



**PERANCANGAN SMART FOOD BOX MENGGUNAKAN MODUL
THERMOELEKTRIK PELTIER TEC1-12706 BERBASIS
MIKROKONTROLER**

Diseusun dan Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer Pada Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Panca Budi
Medan

SKRIPSI

OLEH :

NAMA : FITRI WAHYUNI
N.P.M : 1514370892
PROGRAM STUDI : SISTEM KOMPUTER

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2019**

Abstrak

Food Box atau yang sering kita sebut kotak makanan dirancang untuk menyimpan dan mengawetkan makanan. Tetapi makanan yang disimpan juga tidak bisa dibiarkan lama atau lebih dari 1 hari. Walaupun demikian, makanan yang cocok disajikan dalam keadaan panas ataupun dalam keadaan dingin, tidak dapat ditahan panasnya dengan menggunakan *food box* atau kotak makanan biasa dalam waktu yang lama. Untuk itu dibutuhkan sebuah inovasi yang dapat mengubah keadaan tersebut diatas. Sebuah pendingin termoelektrik merupakan salah satu yang dapat menjadi alternatif masalah tersebut. Termoelektrik berjenis *peltier* dapat menghasilkan panas disatu sisi dan dingin disisi lainnya. Dengan menggunakan *peltier* TEC1-12706, *food box* atau kotak makanan biasa dapat menghasilkan panas untuk makanan panas dan dingin untuk makanan dingin. Tetapi keadaan panas dan dingin tersebut tidak dapat sekaligus dihasilkan didalam 1 wadah kotak makanan. Sensor suhu LM35 yang digunakan dapat melakukan fungsinya sebagai pengukur suhu dengan rentang derajat -55° C sampai dengan $+150^{\circ}$ C yang cukup baik digunakan dalam perancangan *SmartFood Box* yang dirancang.

Kata kunci : *Food Box, Arduino Uno, Peltier TEC1-12706, Sensor Suhu LM35, RTC DS1307, LCD 2x16.*

KATA PENGANTAR



Puji syukur saya panjatkan kehadirat ALLAH SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunianya sehingga saya dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang merupakan salah satu syarat kelulusan diprogram Studi Teknik Sistem Komputer pada Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Panca Budi.

Adapun judul skripsi ini adalah **"APLIKASI PEMANFAATAN *BLUETOOTH ANDROID* SEBAGAI PENGENDALI PADA *ROBOT MOBILE*"** skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan guna menyelesaikan Program Strata Satu (S1) pada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan. Dalam hal ini saya menyadari masih adanya keterbatasan kemampuan dan pengalaman saya yang terbatas. Untuk itu saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan dari skripsi ini.

Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini saya dengan tulus dan ikhlas menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang Tua saya Ibu tercinta SRIMARYATI dan Alm. Bapak saya H.TARNO
2. Bapak H.M. Isa Indrawan SE,. MM. selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.

3. Bapak Ir. Ramayana Bachtiar, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Ibu Sri Shindi Indira, S.T.,M.sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
5. Bapak Eko Hariyanto, S.Kom.,M.Kom Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Pembangunan Panca Budi.
6. Bapak Hafni, S.Kom.,M.Kom selaku Dosen Pembimbing I.
7. Bapak Pristisal Wibowo, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing II.
8. Bapak dan Ibu Dosen, selaku Staf Pengajar Pada Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Panca Budi.
9. Adik dan kakak yang selalu memberikan bantuan, semangat, baik moral dan material sehingga selesainya laporan skripsi ini. Seluruh teman-teman penulis dari Program Studi Teknik Sistem Komputer S1 Fakultas Teknik khususnya yang tidak dapat disebut namanya satu persatu yang telah banyak membantu menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu, semoga bantuan yang diberikan kepada saya mendapat balasan dari ALLAH SWT dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca umumnya dan khususnya bagi saya sendiri.

Medan, 05 November 2019

Penulis

FITRI WAHYUNI
NPM.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II	
LANDASAN TEORI	6
2.1 Modul Termoelektrik	6
2.2 Arduino Uno	8
2.2.1 Bahasa Pemrograman C	9
2.3 Pengertian Power Supply	11
2.3.1 Power Supply Arus Searah	11
2.4 Pengertian Resistor	14
2.5 Pengertian Transistor	16
2.6 Pengertian Kapasitor	18
2.7 Sensor Suhu Lm35	19
2.8 Liquid Crystal Display (LCD)	20
2.9 Real Time Clock (RTC) dengan IC DS1307	24
BAB III	
METODE PENELITIAN	25
3.1 Jenis dan Metodologi Penelitian	25
3.2 Modul Termoelektrik Peltier TEC1-12706.....	29

3.3 Perancangan Hardware	31
3.3.1 Perancangan Rangkaian Elektronik (PCB)	32
3.3.2 Teknik Pencetakan PCB (<i>Printed Circuit Board</i>).....	37
3.3.3 Merakit Rangkaian Elektronik <i>SmartFood Box</i>	38
3.4 Perancangan Software	41
3.4.1 Flowchart Program.....	41
BAB IV	
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....	44
4.1 Pengujian Hardware	44
4.1.1 Pengujian Power Supply	44
4.1.2 Pengujian Rangkaian	47
4.1.3 Pengujian pada Mikrokontroler Arduino Uno	49
4.1.4 Pengujian LCD dan Mikrokontroler Arduino Uno.....	49
4.1.5 Pengujian Rangkaian Relay	52
4.1.6 Pengujian Sensor LM35.....	55
4.2 Pengujian Secara Keseluruhan.....	57
BAB V	
PENUTUP	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skematik Peltier	6
Gambar 2.2 <i>Board Arduino Uno</i>	8
Gambar 2.3 Arduino IDE versi 1.8.5	9
Gambar 2.4 Rangkaian Regulator Tegangan Ic 78xx	12
Gambar 2.5 Resistor Tetap.....	14
Gambar 2.6 Resistor Empat Gelang Warna	16
Gambar 2.7 Transistor Bipolar dan Lambang Transistor	17
Gambar 2.8 Prinsip Dasar Kapasitor.....	19
Gambar 2.9 Karakteristik Sensor Suhu LM35.....	20
Gambar 2.10 Struktur LCD	21
Gambar 2.11 Modul LCD 2 x 16 Karakter	21
Gambar 2.12 IC DS1307 dan Keterangan Pin	24
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian	26
Gambar 3.2 Arti Tulisan Pada Termoelektrik dan ukurannya	30
Gambar 3.3 Datasheet Termoelektrik	31
Gambar 3.4 Blok Diagram Hardware	31
Gambar 3.5 CADSoft Eagle Light Edition	34
Gambar 3.6 Tampilan Bawah PCB Design Eagle	34
Gambar 3.7 Skematik Rangkaian Power Supply High Current.....	35
Gambar 3.8 Desain PCB Pandangan Atas	36
Gambar 3.9 Desain PCB Display dan DS1307 Pandangan Bawah	36
Gambar 3.10 Desain PCB Display Pandangan Atas.....	37
Gambar 3.11 Hasil PCB MCU yang telah dipasang komponen.....	40
Gambar 3.12 PCB Display yang telah Selesai.....	40
Gambar 3.13 Flowchart Program.....	41
Gambar 4.1 Hasil Pengukuran Battery 18650 x 3	45
Gambar 4.2 Skematik <i>Power Supply</i>	45
Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Tegangan 5 Volt DC yang sudah diturunkan .	46

Gambar 4.4 Pengujian Tegangan pada pin VCC dan <i>Backlight</i> LCD.....	48
Gambar 4.5 Tampilan LCD saat Dinyalakan Tanpa Program.....	48
Gambar 4.6 Tampilan LCD Setelah diberikan Program.....	51
Gambar 4.7 Skematik Rangkaian Relay	52
Gambar 4.8 Hasil Pengujian Rangkaian Relay Menggunakan Mikrokontroler	55
Gambar 4.9 Rangkaian Dasar LM35	55
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Sensor Suhu LM35	57
Gambar 4.11 Gambar Skematik Keseluruhan	58
Gambar 4.12 Hasil Keseluruhan	59

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Karakteristik IC 78xx atau 7xx	13
Tabel 2.2 Kode Warna Resistor	15
Tabel 2.3 Keterangan Pin LCD 2x16 Karakter.....	22
Tabel 2.4 Set Alamat Memori DDRAM.....	23
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Tegangan Sumber.....	47
Tabel 4.2 Pin LCD yang terhubung ke mikrokontroler	50
Tabel 4.3 Keterangan Pin Relay yang Terhubung ke Mikrokontroler.....	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat pada saat ini, pemikiran tentang ide inovasi yang kreatif semakin dibutuhkan. Teknologi yang hadir memberikan kita kemudahan-kemudahan dalam menjalani aktivitas kita sehari-hari. Contohnya adalah mesin pendingin yang biasanya ada pada rumah tangga. Mesin pendingin atau yang sering kita sebut sebagai kulkas biasanya digunakan untuk menyimpan makanan, buah, sayur-sayuran dan minuman. Tetapi dengan ukuran yang besar tidak mungkin dapat dibawa untuk mendinginkan makanan yang kita bawa sebagai bekal sewaktu kita bekerja. *Food Box* atau yang sering kita sebut kotak makanan dirancang untuk menyimpan dan mengawetkan makanan. Tetapi makanan yang disimpan juga tidak bisa dibiarkan lama atau lebih dari 1 hari. Walaupun demikian, makanan yang cocok disajikan dalam keadaan panas maupun dalam keadaan dingin, tidak bisa ditahan panasnya maupun dinginnya dalam waktu yang lama dengan kotak makanan biasa. Untuk itu dibutuhkan inovasi yang dapat menjaga dan menahan panas maupun dinginnya makanan dalam waktu yang cukup lama sangat dibutuhkan.

Pendingin termoelektrik merupakan salah satu yang bisa menjadi alternatif teknologi. Dalam termoelektrik terdapat suatu elemen yang dinamakan elemen *peltier*. Prinsip kerja pendingin termoelektrik berdasarkan efek *peltier* adalah ketika elemen *peltier* dialiri arus listrik DC pada pasangan sel semikonduktor tipe P (yang mempunyai tingkat energi yang lebih rendah) dan semikonduktor tipe N

(yang mempunyai tingkat energi yang lebih tinggi) maka akan mengakibatkan salah satu sisi elemen *peltier* menjadi dingin (proses penyerapan kalor) dan sisi satunya lagi menjadi panas. Jika sumber arus dibalik, maka permukaan yang panas menjadi lebih dingin dan sebaliknya (Aziz H.A, 2017).

Dengan adanya komponen *peltier* tersebut, diharapkan penelitian ini dapat menjadi sebuah inovasi yang dapat memberikan kemudahan bagi para pekerja yang disibukkan oleh pekerjaannya dan tidak lagi sempat untuk sarapan dirumah maupun diluar rumah. Mengingat pentingnya menjaga kesehatan makanan maupun kebersihan dan kesegaran makanan, diharapkan penelitian ini nantinya dapat menjadi salah satu inovasi yang berguna bagi masyarakat. Untuk itu penelitian ini saya beri judul **“PERANCANGAN SMART FOOD BOX MENGGUNAKAN MODUL TERMOELEKTRIK PELTIER TEC1-12706 BERBASIS MIKROKONTROLER”**.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang *Smart Food Box* yang dapat menahan suhu pada makanan ?
2. Bagaimana memilih sensor yang tepat untuk dapat mengukur dingin dan panas makanan yang sesuai?
3. Bagaimana merancang pengingat yang dapat memberikan alarm waktu makan ?

4. Bagaimana membuat program yang dapat mengontrol kinerja kerja dari sistem yang dirancang?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari penyimpangan pembahasan dari tujuan penulisan skripsi, maka perlu diambil beberapa batasan masalah, yaitu :

1. Sistem yang dirancang hanya menggunakan mikrokontroler bawaan Arduino Uno yang berbasis mikrokontroler ATmega328P.
2. Bahasa pemrograman yang digunakan menggunakan Bahasa C dengan Compiler Arduino IDE.
3. Sistem ini hanya bekerja untuk mengukur dan menahan tingkat panas yang sesuai dengan makanan dan menahan dingin, tidak berfungsi untuk memasak makanan ataupun membekukan makanan.
4. Sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dingin dan panas menggunakan sensor suhu LM35.
5. Tampilan yang digunakan untuk memberikan informasi temperatur dan waktu menggunakan tampilan LCD 2x16 karakter serta Buzzer yang memberikan notifikasi dengan bunyi *beep* untuk waktu yang telah ditentukan.
6. Pewaktu masih menggunakan IC RTC (*Real Time Counter*) DS1307.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam skripsi adalah :

1. Untuk merancang sebuah sistem yang dapat menahan panas dan dingin pada makanan, maka dapat digunakan modul *peltier* yang dapat dikontrol menggunakan mikrokontroler.
2. Untuk memilih tingkat akurasi dari sensor, maka digunakan sensor suhu LM35.
3. Dengan menggunakan modul pewaktu DS1307 pengguna dapat mengatur alarm waktu makan.
4. Dengan bahasa pemrograman C menggunakan *Compiler Arduino IDE (Integrated Development Environment)* dapat mengontrol kinerja kerja dari sistem yang dirancang.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian penyusunan skripsi ini adalah

1. Untuk penulis :
Penambah wawasan dan meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam melakukan perancangan sistem menggunakan mikrokontroler dan komponen elektronika dikawasan mahasiswa jurusan teknik informatika komputer dan *embedded system*.

2. Untuk pengguna :

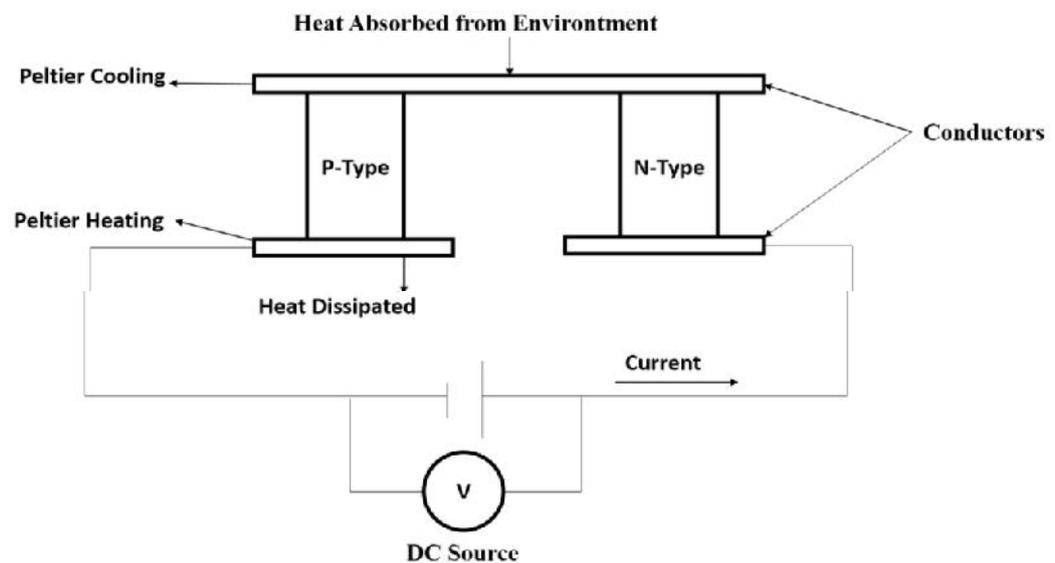
- a. Berfungsi sebagai kotak makanan pintar yang dapat mengukur dan menahan panas dan dingin.
- b. Memberikan notifikasi waktu untuk sarapan, makan siang dan makan malam.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Modul Termoelektrik

Dalam elektronika terdapat berbagai komponen yang terbuat dari bahan semikonduktor. Semikonduktor sendiri merupakan bagian yang sangat penting dalam modul termoelektrik atau modul peltier. Modul termoelektrik terdiri dari banyak sambungan semikonduktor yang dirancang menjadi sebuah divais termoelektrik atau modul. Semikonduktor dalam modul tersebut akan disambungkan dan membentuk termokopel. Sebuah modul termoelektrik tersusun dari material keramik *Bismuth Teluride* tipe P dan tipe N yang dihubungkan seri dapat digunakan dan dapat menghasilkan hingga 130°C (Riffat, 2003). Skematik diagram dari modul termoelektrik dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 2.1 Skematik Peltier
(sumber : Riffat, 2003)

Prinsip kerja modul termoelektrik adalah berdasar efek peltier. Efek peltier akan menciptakan perbedaan suhu yang diakibatkan oleh pemberian tegangan antara dua jenis elektroda yang terhubung ke sampel bahan semikonduktor. Ketika menggunakan modul termoelektrik maka harus didukung dengan proses pembuangan panas pada sisi panas. Apabila suhu panas sama dengan suhu lingkungan, maka pada sisi dingin akan didapatkan suhu yang lebih rendah (puluhan derajat kelvin). Tingkat pendinginan dapat diturunkan oleh nilai arus yang melewati modul termoelektrik. Dalam termoelektrik, penular panas elektron bertindak sebagai pembawa panas. Aksi dari pemompaan panas disebabkan karena fungsi dari banyaknya elektron yang melewati *P-N junction* (Bansal, 2009).

Dalam perancangan dan pemanfaatan modul peltier sebagai pendingin dan pemanas diperlukan beberapa pengembangan untuk dapat membuat kinerja dari efek peltier tersebut maksimal. Berdasarkan perhitungan teori yang dilakukan dengan model realistic dari peltier modul, mengindikasikan bahwa *Coeficient of Performa* (COP) dan kapasitas pemompa panas bergantung pada panjang dari termoelemen yang menyusun modul tersebut. Ketergantungan ini akan naik secara signifikan dengan penurunan dari panjang termoelemen. Untuk modul komersial yang tersedia yang memiliki panjang termoelemen 1.5mm, hasilnya mengindikasikan bahwa nilai COP dan kapasitas pemompa panas adalah sebesar 70 dan 30% merupakan nilai yang ideal. Mengurangi resistansi kontak, terutama resistansi kontak termal merupakan syarat yang penting untuk dapat mencapai

perbaikan yang lebih lanjut baik pada COP maupun kapasistas pemompaan panas (min, 1999).

2.2 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah terobosan yang dikeluarkan oleh sebuah perusahaan pembuat mikrokontroler ATMEL yang didesain agar lebih mudah digunakan. Arduino merupakan sebuah *platform hardware open source* yang mempunyai *input/output (I/O)* yang sederhana. Menggunakan Arduino sangatlah membantu dalam membuat suatu *prototyping* ataupun untuk melakukan pembuatan proyek. Arduino memberikan I/O yang sudah lengkap dan bisa digunakan dengan mudah. Arduino dapat digabungkan dengan modul elektro yang lain sehingga proses perakitan jauh lebih efisien.

Arduino merupakan salah satu pengembang yang telah banyak digunakan. Keistimewaan Arduino adalah *Hardware yang open source*. Hal ini sangatlah memberi keleluasan bagi orang untuk bereksperimen secara bebas dan gratis. Secara umum, Arduino terdiri atas dua bagian utama, yaitu :

1. Bagian *Hardware*

Berupa papan yang berisi I/O, seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2.2 Board Arduino
(Sumber : [Https://www.Arduino.cc](https://www.Arduino.cc))

2. Bagian *Software*

Berupa *software* Arduino yang meliputi *Integrated Development Environment* (IDE) untuk menulis program. Arduino memerlukan instalasi *driver* untuk menghubungkan dengan komputer. Pada IDE terdapat contoh program dan *library* untuk pengembangan program. IDE *software* Arduino yang digunakan diberi nama *sketch*. Seperti gambar dibawah :



Gambar 2.3 Arduino IDE versi 1.8.5
(sumber : Capture dari Software Penulis)

2.2.1 Bahasa Pemrograman C

Bahasa C adalah Bahasa pemrograman yang dapat dikatakan berada diantara bahasa tingkat rendah (bahasa yang berorientasi pada mesin) dan bahasa

tingkat tinggi (bahasa yang berorientasi pada manusia). Seperti yang diketahui, bahasa tingkat tinggi mempunyai kompatibilitas antara *platform*.

Pembuat bahasa C adalah Brian W. Kernighan dan Dennis M. Ritchie pada tahun 1972. C adalah bahasa pemrograman terstruktur, yang membagi program dalam bentuk blok. Tujuannya untuk memudahkan dalam pembuatan dan pengembangan program. Program yang ditulis dengan bahasa C mudah sekali dipindahkan dari satu jenis program ke bahasa program lain. Hal ini karena adanya standarisasi bahasa C yaitu berupa ANSI (*American National Standar Institut*) yang dijadikan acuan oleh pada pembuat kompiler jenis mesin. Adapun Kelebihan lain dari Bahasa C ialah :

1. Bahasa C tersedia hampir di semua jenis komputer.
2. Kode bahasa C sifatnya adalah *portable* dan *fleksibel* untuk semua jenis komputer.
3. Bahasa C hanya menyediakan sedikit kata-kata kunci. Hanya terdapat 32 kata kunci.
4. Proses *executable* program bahasa C lebih cepat.
5. Dukungan pustaka yang banyak.
6. C adalah bahasa yang terstruktur.
7. Bahasa C termasuk bahasa tingkat menengah.

Penempatan ini hanya menegaskan bahwa C bukan bahasa pemrograman yang berorientasi pada mesin yang merupakan ciri bahasa tingkat rendah, melainkan berorientasi pada obyek tetapi dapat diinterpretasikan oleh mesin dengan cepat, secepat bahasa mesin. Inilah salah satu kelebihan C yaitu memiliki

kemudahan dalam menyusun programnya semudah bahasa tingkat tinggi namun dalam mengeksekusi program secepat bahasa tingkat rendah. Namun bahasa C juga mempunyai kekurangan yaitu :

1. Banyaknya operator serta fleksibilitas penulisan program kadang-kadang membingungkan pemakai.
2. Bagi pemula pada umumnya akan kesulitan menggunakan *pointer*.

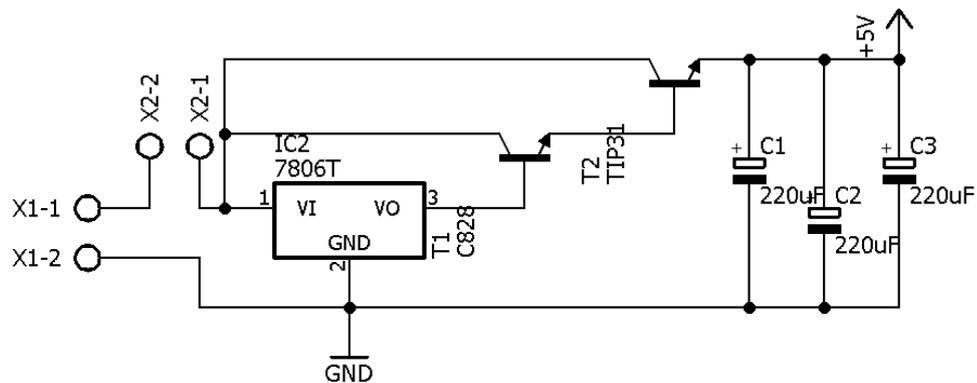
2.3 Pengertian Power Supply

Power supply atau sumber tegangan/catu daya adalah suatu alat atau sistem yang dapat menghasilkan energi listrik.

2.3.1 Power Supply Arus Searah (direct current/DC)

Arus listrik searah adalah arus listrik yang bernilai konstan dan mengalir dari potensial tinggi (+) ke potensial rendah (-). Besar arus listrik searah yang sering kita temukan berkisar antara 1,5 hingga 24 volt. Arus listrik searah biasa digunakan pada baterai, dinamo arus searah, dan aki. Sumber tegangan searah merupakan sumber tegangan yang tidak mengalami perubahan terhadap waktu. Untuk sumber tegangan DC, dipilih baterai sebagai sumber tegangan DC. Baterai yang sering dijumpai dipasaran mempunyai kapasitas tegangan bervariasi mulai dari 1.5 volt hingga 24 volt DC. Pada aplikasi, dipilih baterai yang mempunyai tegangan sebesar 9 volt yang nantinya akan diturunkan kembali menjadi 5 volt DC. Aplikasi yang dirancang membutuhkan tegangan sebesar 5 volt DC yang sesuai untuk perangkat digital yang akan digunakan. Untuk mendapatkan tegangan sebesar 5 volt DC, diperlukan IC regulator yang dapat menurunkan tegangan mulai dari 12 volt ke 5 volt DC.

Berikut adalah skema elektronik regulator tegangan menggunakan IC 78XX dan IC 79XX dimana “XX” adalah tegangan stabil DC *output*.



Gambar 2.4 Rangkaian Regulator Tegangan IC 78XX
(sumber : Rancangan Penulis)

Maksud dari “XX” di IC adalah tegangan yang dihasilkan contohnya

1. IC 7805 untuk menstabilakan tegangan DC +5 Volt
2. IC 7809 untuk menstabilakan tegangan DC +9 Volt
3. IC 7905 untuk menstabilakn tegangan DC -5 Volt
4. IC 7909 untuk menstabilakn tegangan DC -9 Volt

Dalam penggunaan IC 78XX atau 79XX terdapat beberapa karakteristik yang harus diperhatikan diantaranya *Regulation Voltage*, *Maximum Current*, *Minimum Input Voltage*. Contohnya:

Tabel 2.1 Karakteristik IC 78XX atau 79XX

Type Number	Regulation Voltage	Maximum Current	Minimum Input Voltage
78L05	+5V	0.1A	+7V
78L12	+12V	0.1A	+14.5V
78L15	+15V	0.1A	+17.5V
78M05	+5V	0.5A	+7V
78M12	+12V	0.5A	+14.5V
78M15	+15V	0.5A	+17.5V
7805	+5V	1A	+7V
7806	+6V	1A	+8V
7808	+8V	1A	+10.5V
7812	+12V	1A	+14.5V
7815	+15V	1A	+17.5V
7824	+24V	1A	+26V
78S05	+5V	2A	+8V
78S09	+9V	2A	+12V
78S12	+12V	2A	+15V
78S15	+15V	2A	+18V

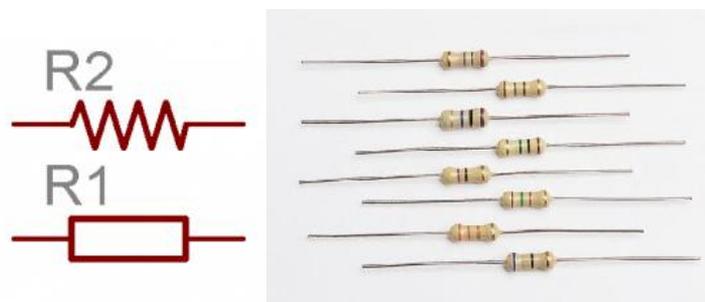
(Sumber : Datasheet LM78XX)

2.4 Pengertian Resistor

Widodo Budiharto dan Sigit Firmansyah (2008:3) menyatakan :” Resistor adalah komponen elektrik yang berfungsi memberikan hambatan terhadap aliran arus listrik. Setiap benda adalah resistor, karena pada dasarnya tiap benda dapat memberikan hambatan listrik. Dalam rangkaian listrik dibutuhkan resistor dengan spesifikasi tertentu, seperti besar hambatan, arus maksimum yang boleh dilewatkan dan karakteristik hambatan terhadap suhu dan panas.

Winarno dan Deni Arifianto (2011:4) menyatakan :” Resistor atau hambatan listrik adalah salah satu komponen elektronik yang digunakan untuk membatasi arus yang mengalir dalam rangkaian tertutup. Lambang komponen resistor dalam elektronika adalah huruf R dan satuannya adalah ohm (Ω). Berikut adalah jenis-jenis resistor yang biasa digunakan dalam rangkaian elektronik.

Pada beberapa resistor berbahan karbon dan metafilm, nilai resistansi ditunjukkan menggunakan kode gelang-gelang warna yang melingkar pada badan resistor. Masing-masing gelang warna memiliki nilai yang berbeda berdasarkan urutannya. Berikut adalah tabel gelang warna pada resistor.

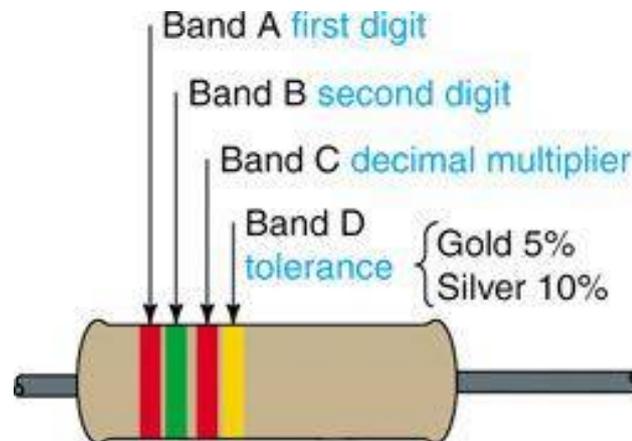


Gambar 2.5 Resistor Tetap
(Sumber : The Mc-Graw-Hill Companies, 2007)

Tabel 2.2 Kode Warna Resistor

Warna	Cincin 1	Cincin 2	Cincin 3	Pengali	Toleransi	Koefisien Temperatur (ppm)
Hitam	0	0	0	1	-	
Cokelat	1	1	1	10	1%	100
Merah	2	2	2	100	2%	50
Jingga	3	3	3	1k	-	15
Kuning	4	4	4	10k	-	25
Hijau	5	5	5	100 k	-	-
Biru	6	6	6	1 m	-	-
Ungu	7	7	7	10M	-	-
Abu-abu	8	8	8	100m	-	-
Putih	9	9	9	1 g	-	-
Emas	-	-	-	0.1 g	5%	-
Perak	-	-	-	0.01	10%	-
Tak berwarna	-	-	-	-	20%	-

(Sumber : Widodo dan Sigit Firmansyah. Elektronika Digital dan Mikroprosesor (Andi Yogyakarta) Hal. 33-34)



Gambar 2.6 Resistor Empat Gelang Warna
(Sumber : The Mc-Graw-Hill Companies, 2007)

Gelang 1 coklat	= 1
Gelang 2 hitam	= 0
Gelang 3 hijau	= x 100.000
Gelang 4 emas	= 10%

Jadi, nilai hambatan resistor tersebut adalah $1.000.000 \pm 10\%$, atau

Nilai hambatan maksimum adalah $1.000.000 + (1.000.000 \times 10\%) = 1.050.000 \Omega$

Nilai hambatan minimum adalah $1.000.000 - (1.000.000 \times 10\%) = 950.000 \Omega$

2.5 Pengertian Transistor

Richard Blocher, Dipl. Phys (2004:5) menyatakan : "Transistor adalah komponen elektronik yang memiliki tiga sambungan.

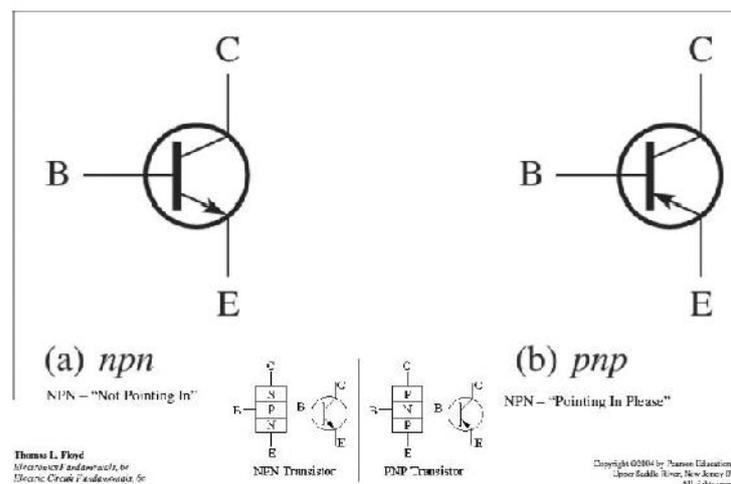
Transistor adalah komponen elektronika multitermal, biasanya memiliki 3 terminal. Secara harfiah, kata 'Transistor' berarti 'Transfer resistor', yaitu suatu komponen yang nilai resistansi antara terminalnya dapat diatur. Secara umum transistor terbagi dalam 3 jenis :

1. Transistor Bipolar
2. Transistor Unipolar
3. Transistor Unijunction

Pada transistor bipolar, arus yang mengalir berupa arus lubang (*hole*) dan arus *electron* atau berupa pembawa muatan mayoritas dan minoritas. Transistor dapat berfungsi sebagai penguat tegangan, penguat arus, penguat daya atau sebagai saklar. Ada 2 jenis transistor yaitu PNP dan NPN.

Transistor didesain dari pemanfaatan sifat diode, arus menghantar dari diode dapat dikontrol oleh electron yang ditambahkan pada pertemuan PN diode. Dengan penambahan elektrod diode pengontrol ini, maka diode semi-konduktor dapat dianggap dua buah diode yang mempunyai electrode bersama pada pertemuan. Junction semacam ini disebut transistor bipolar dan dapat digambarkan sebagai berikut :

Transistor symbols.



Gambar 2.7 Transistor Bipolar dan Lambang Transistor
(Sumber : Pearson Education, Inc, 2004)

Dengan memilih electrode pengontrol dari type P atau type N sebagai electrode persekutuan antara dua diode, maka dihasilkan transistor jenis PNP dan NPN.

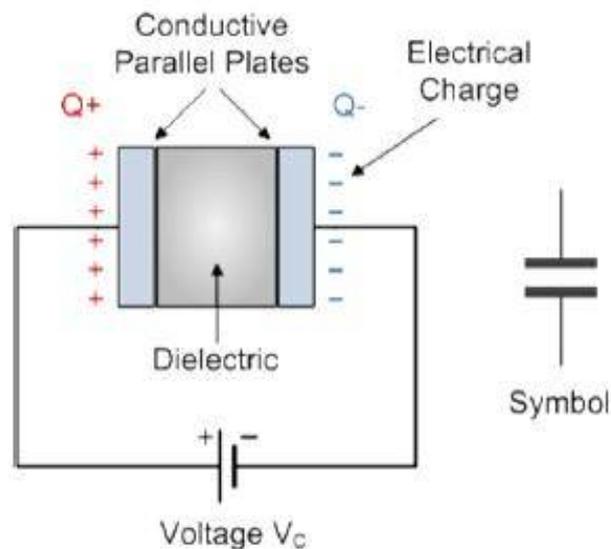
Transistor dapat bekerja apabila diberi tegangan, tujuan pemberian tegangan pada transistor adalah agar transistor tersebut dapat mencapai suatu kondisi menghantar atau menyumbat. Baik transistor NPN maupun PNP tegangan antara emitor dan basis adalah forward bias, sedangkan antara basis dengan kolektor adalah reverse bias.

2.6 Pengertian Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik yang terdiri dari dua konduktor dan dipisahkan oleh bahan penyekat (bahan dielektrik) tiap konduktor disebut keeping. Kapasitor atau sering disebut kondensator merupakan komponen listrik yang dibuat sedemikian rupa sehingga mampu menyimpan muatan listrik. Prinsip sebuah kapasitor pada umumnya sama halnya dengan resistor yang juga termasuk dalam kelompok komponen pasif, yaitu jenis komponen yang bekerja tanpa memerlukan arus panjar. Kapasitor terdiri atas dua konduktor (lempeng logam) yang dipisahkan oleh bahan penyekat (isolator). Isolator penyekat ini sering disebut sebagai bahan (zat) dielektrik.

Satuan nilai kapasitor dinyatakan dalam Farad (F), miliFarad (mF), mikroFarad (μ F), nanoFarad (nF), atau pikoFarad (pF). Konversi satuan nilai kapasitor sama dengan konversi satuan tahanan listrik.

Kapasitor disusun menggunakan dua pelat logam. Kedua pelat logam itu dipisahkan dengan isolator yang disebut dielektrikum. Jenis-jenis dielektrikum antara lain mika, plastik, keramik, tantalum, dan elektrolit.

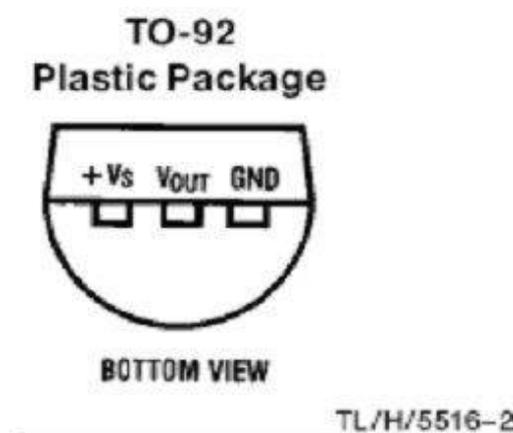


Gambar 2.8 Prinsip Dasar Kapasitor
(Sumber : KEMET Corporation, 2013)

2.7 Sensor suhu LM35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika yang diproduksi oleh *National Semiconductor*. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan ke sensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya tunggal dengan ketentuan bahwa LM35 hanya membutuhkan arus sebesar 60 μA hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (*self-heating*) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari 0.5°C pada suhu 25°C .

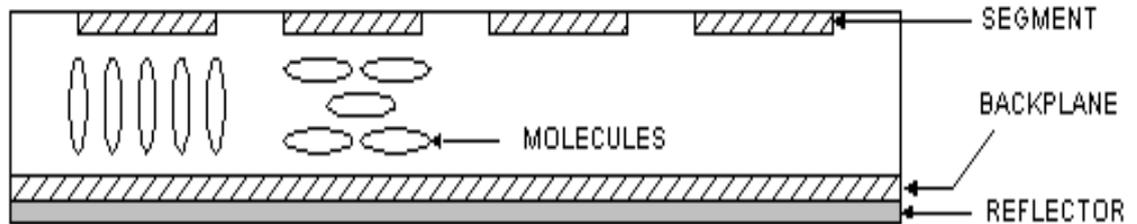


Gambar 2.9 Karakteristik Sensor Suhu LM35

(Sumber :unhas.ac.id/tahir/BAHAN-KULIAH/.../suhu/Sensor%20Suhu.doc)

2.8 Liquid Cristal Display (LCD)

Untuk menampilkan informasi kadar asap maupun suhu pada ruangan, rancangan ini menggunakan LCD 2x16 karakter. LCD menggunakan bahan yang disebut *liquid cristal* atau kristal cair. Kristal cair ini memiliki molekul-molekul yang berbentuk seperti cerutu dan sangat peka terhadap medan listrik. Kristal cair ini dikemas dalam suatu wadah transparan yang pada sisi belakangnya diberi penghantar transparan dan *reflektor*. Pada sisi depan dari wadah ini diberi penghantar-penghantar transparan yang berbentuk seperti segmen yang ingin ditampilkan.



Gambar 2.10 Struktur LCD.
(Sumber : Datasheet LCD 2x16)

Salah satu kelebihan LCD dari LED adalah konsumsi dayanya yang sangat rendah, yaitu hanya beberapa microwatt. Modul LCD dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler seperti ATmega 16. LCD yang akan digunakan penulis mempunyai lebar *display* 4 baris 20 kolom atau biasa disebut sebagai LCD 4x20 karakter.

Modul LCD terdiri dari sejumlah memori yang digunakan untuk *display*. Semua teks yang dituliskan ke modul LCD disimpan di dalam memori ini dan modul LCD secara berurutan membaca memori ini untuk menampilkan teks ke modul LCD itu sendiri.



Gambar 2.11 Modul LCD 2 x 16 karakter
(Sumber : Datasheet Modul LCD 2 x 16)

Untuk keterangan Pin yang ada pada LCD 2 x 16 karakter bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.3 Keterangan Pin LCD 4x20 Karakter

PIN	Name	Function
1	VSS	Ground Voltage
2	VCC	+5 V
3	VEE	Contrast voltage
4	RS	Register Select 0 = Instruction Register 1 = Data Register
5	R/W	Read/Write, to choose write or read mode 0 = write mode 1 = Data Register
6	E	Enable 0 = start to lacht data to LCD character 1 = disable
7	DB0	LSB
8	DB1	-
9	DB2	-
10	DB3	-
11	DB4	-
12	DB5	-
13	DB6	-
14	DB7	MSB
15	BPL	Backplane Light
16	GND	Ground voltage

(Sumber : <http://www.beritanet.com/Literature/Tutorial/Mengakses-LCD-4x20-Mikrokontroler-AVR8535.html>)

Tabel 2.4 Set alamat memori DDRAM

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1		A	A	A	A	A	A

(Sumber: Datasheet LCD 20x4)

Catatan :

A : Alamat RAM yang akan dipilih.

Sehingga alamat RAM LCD adalah 000 0000 s/d 111 1111 b atau 00 s/d 7Fh.

Display karakter pada LCD diatur oleh pin *Enable* (EN), *Register Select* (RS) dan *Read/Write* (RW). Jalur EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa ada data yang dikirim. Untuk mengirimkan sebuah data ke LCD, maka melalui program EN harus diberi logika *low* “0” dan atur pada dua jalur control yang lain RS/RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, EN diberi logika *high* “1” dan tunggu beberapa saat (sesuai dengan *datasheet* dari LCD tersebut) dan berikutnya EN kembali ke logika *low* “0” lagi.

Jalur RS adalah jalur register select. Ketika RS berlogika *low* “0” data dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus seperti *clear screen*, posisi kursor dan lain-lain.

Ketika RS logika *high* “1” data yang kirim adalah data teks yang akan ditampilkan pada *display* LCD. Sebagai contoh, untuk menampilkan huruf “T” pada layar LCD maka RS harus diatur logika *high* “1”. Jalur RW adalah jalur kontrol *Read/Write*. Ketika RW berlogika *low* (0), maka informasi pada *data bus* akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika *high* “1” maka program

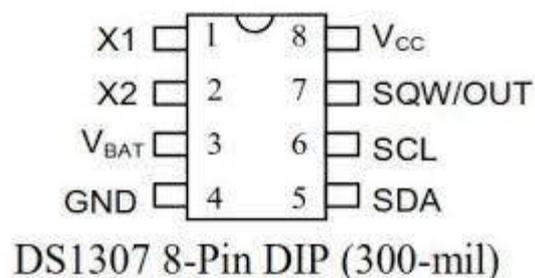
akan melakukan pembacaan memori dari LCD. Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika *low* “0”.

Pada akhirnya, *data bus* terdiri dari 4 atau 8 jalur (tergantung pada mode operasi yang dipilih oleh *user*).

2.9 Real Time Clock (RTC) dengan IC DS1307

Real Time Clock (RTC) digunakan sebagai pewaktu eksternal pada mikrokontroler yang menggunakan *backup* baterai sehingga jam RTC akan tetap walaupun mikrokontroler direset. IC RTC yang digunakan ialah DS1307 dan *library* program yang digunakan adalah DS1307RTC.h, time.h, dan wire.h. *Library* DS1307RTC.h digunakan bersama dengan time.h untuk mengakses dan mengatur penggunaan RTC DS1307 sedangkan *library* wire.h digunakan untuk mengakses penggunaan I2C (Inter-Integrated Circuit).

RTC dihubungkan pada mikrokontroler menggunakan protocol komunikasi I2C berupa SDA (*Serial Data*) pada pin analog 4 dan SCL (*Serial Clock*) pada pin 5 analog. Pertama waktu berupa jam dan tanggal pada RTC disinkronkan dengan waktu computer menggunakan program setTime. Program terdiri dari 2 fungsi yaitu getTime dan getDate.



Gambar 2.12 IC DS1307 dan Keterangan Pin
(Sumber : Datasheet DS1307, Dallas Semiconductor)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Metodologi Penelitian

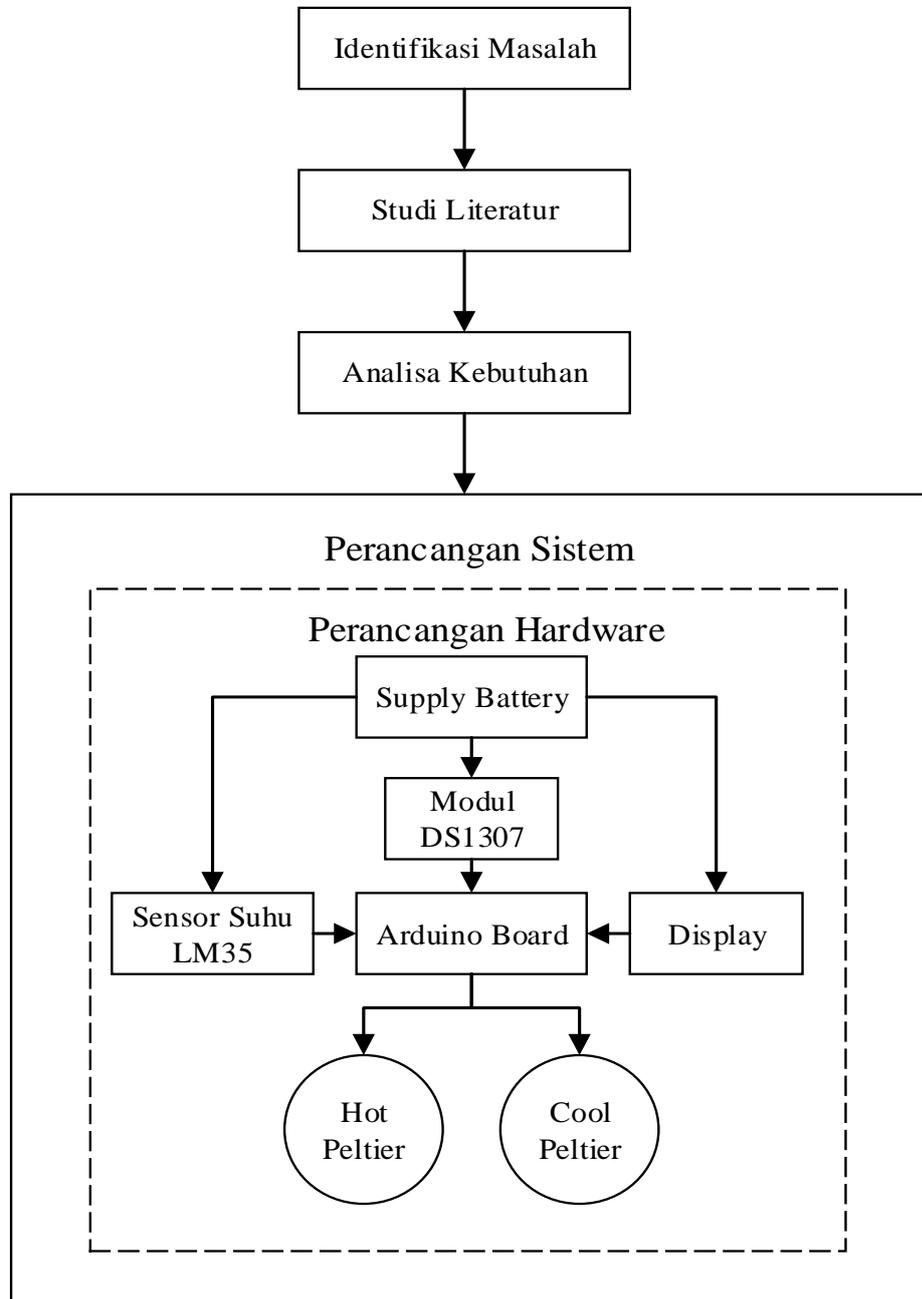
Jenis penelitian yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah penelitian experimental (*Experimental Research*). Penelitian eksperimental adalah jenis penelitian yang digunakan untuk melihat hubungan sebab-akibat. Penelitian eksperimental merupakan kegiatan penelitian yang bertujuan untuk menilai pengaruh suatu perlakuan atau tindakan dibandingkan dengan tindakan lain.

Penelitian eksperimental menggunakan suatu percobaan yang dirancang secara khusus guna membangkitkan data yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Penelitian eksperimental dilakukan secara sistematis, logis, dan teliti didalam melakukan kontrol terhadap kondisi.

Pada penelitian ini dilakukan penghubungan komponen alat-alat yang berbeda karakteristik. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sesuatu dengan memvariasikan beberapa kondisi dan mengamati efek yang akan terjadi.

Penelitian ini ditunjang dengan studi literatur (*literatur research*), yaitu dengan membaca dan mempelajari literatur tentang bagaimana merancang *Smart FoodBox Menggunakan Module Termoelektrik Peltier TEC1-12706 Berbasis Mikrokontroler* serta merangkai komponen – komponen yang dibutuhkan untuk membangun *SmartFood Box* yang dapat menahan panas serta dingin dari makanan.

Metodologi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian
(sumber : Rancangan Penulis)

Berdasarkan Gambar 3.1 dapat dijelaskan tahap-tahap yang akan dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini, yaitu :

a. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan cara pengumpulan materi berupa masalah melalui jurnal atau penelitian sebelumnya sehingga dengan melakukan pembuatan skripsi ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk masalah tersebut. Dalam hal ini yaitu, adanya pengembangan dari penelitian sebelumnya yaitu *Perancangan Kotak Pendingin dan Pemanas Minuman Menggunakan Modul Termoelektrik Peltier TEC1-12706 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno*.

b. Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan dengan mencari serta mengumpulkan teori – teori yang mendukung dan berkaitan dengan pembuatan penelitian ini. Teori – teori tersebut meliputi Modul *Termoelektrik Peltier TEC1-12706*, *Arduino IDE*, *Sensor suhu LM35*, *Buzzer*, *Pewaktu DS1307*, *Display LCD 16x2*.

c. Analisa Kebutuhan

Untuk memenuhi kebutuhan sistem ini, maka sistem yang dirancang memenuhi tiga fungsionalitas sistem yaitu dapat menghangatkan dan mendinginkan makanan, dan memberikan keterangan waktu serta pemberitahuan berupa *alarm* menggunakan *buzzer*.

d. Perancangan Sistem

Perancangan Sistem dibagi menjadi 2 tahap, yaitu :

1. Perancangan Hardware

Sistem membutuhkan sebuah ruangan lingkungan sistem (*plant*).

Untuk menerapkan sistem *controller peltier*, dibutuhkan perangkat keras yang terdiri dari *Arduino Board*, *Relay*, *Sensor Suhu LM35*, *Pewaktu DS1307*, *Display 16x2*, dan *Sumber bunyi berupa Buzzer*.

2. Perancangan Software

Perancangan *Software* meliputi proses pembacaan suhu sebagai acuan untuk fungsi *Peltier* apakah sebagai penghangat atau pendingin, memberikan keterangan waktu sebagai acuan untuk sarapan atau makan siang maupun malam.

e. Implementasi Sistem

Tahapan implementasi Sistem menggambarkan proses implementasi perancangan penelitian yaitu, sistem yang dapat mengontrol *peltier* apakah harus berfungsi sebagai penghangat ataupun pendingin makanan.

f. Pengujian Sistem

Serangkaian pengujian terhadap sistem dilakukan untuk menguji kinerja dari masing-masing komponen yang digunakan untuk membangun sebuah *SmartFood box*.

g. Analisa Hasil

Dari pengujian sistem, dilakukan analisis kinerja sistem dan data-data yang didapatkan selama pengujian.

h. Dokumentasi Skripsi

Dokumentasi dilakukan sebagai pelaporan hasil penelitian skripsi.

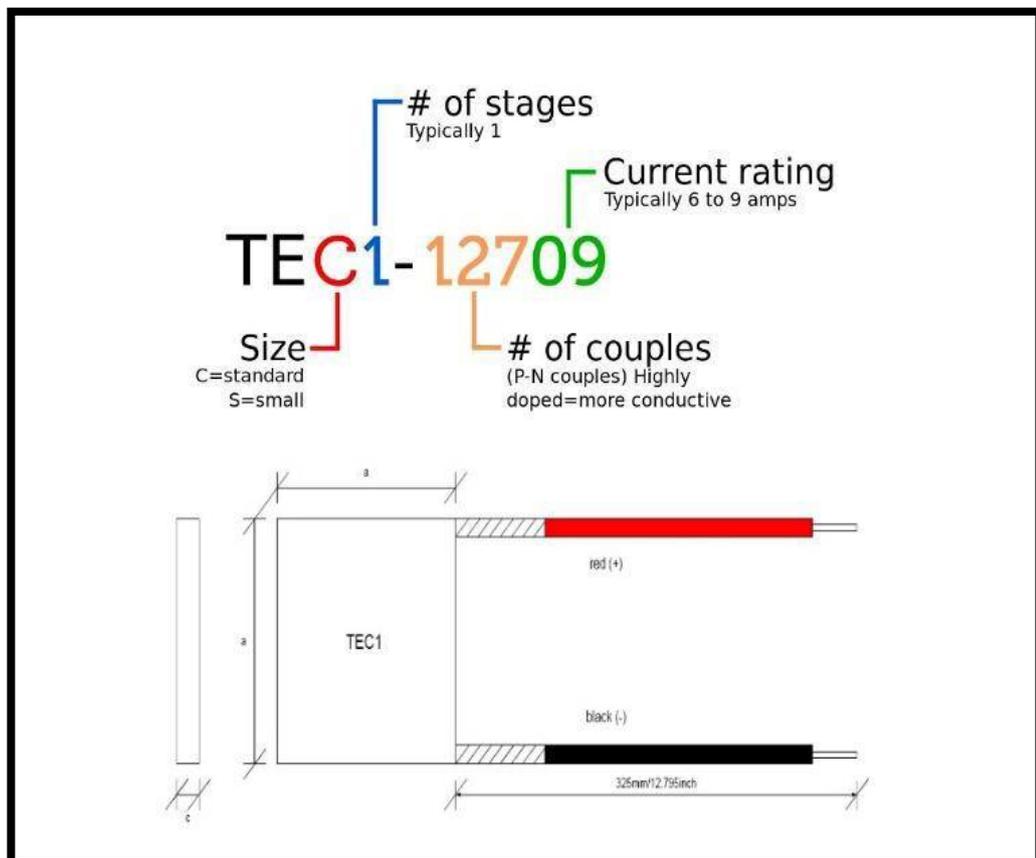
3.2 Modul Termoelektrik Peltier TEC1-12706

Modul peltier yang digunakan pada penelitian ini menggunakan seri TEC1-12706, seri ini sudah sangat umum digunakan sebagai komponen pendingin untuk kulkas mini maupun sistem pendingin CPU. Peltier jenis TEC1-12706 memiliki kemampuan yang cukup untuk bisa digunakan sebagai pendingin untuk minuman kaleng dalam mobil. Pendingin CPU dan lemari dengan sistem pengatur suhu dan kelembaban. Tulisan yang tertera pada badan peltier menunjukkan seri dan spesifikasi dari modul peltier tersebut, tulisan yang tertera pada badan peltier menunjukkan seri dan spesifikasi dari modul peltier tersebut, dalam tulisan yang tertera pada badan peltier menunjukkan bahwa modul peltier tersebut memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Ukuran : 40 x 40 x 3.9 mm
2. $I_{max} - 7A$
3. $U_{max} - 15.4 V$
4. $Q_{cmax} - 62.2 W$
5. $T_{max} - 69C$
6. 1.7 Ohm resistance
7. 127 thermocouples

8. Suhu max 180°C
9. Suhu operasi min : -50°C

Modul peltier yang sering digunakan secara umum memiliki ukuran dimensi yang sama yaitu sekitar 4cm x 4cm. Banyak jenis atau macam modul peltier yang ada dipasaran, namun yang masuk dan ada di indonesia tidak begitu banyak. Dibawah ini bisa dilihat pada gambar 4 beberapa macam modul peltier yang banyak digunakan beserta spesifikasi yang dimiliki.



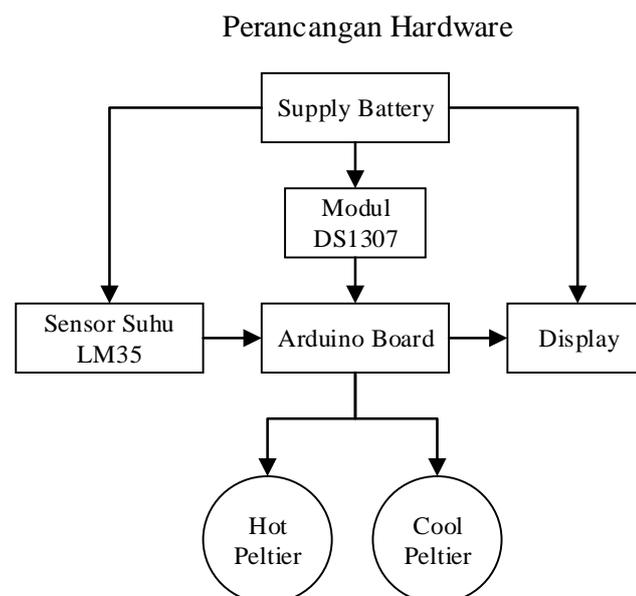
Gambar 3.2 Arti tulisan pada Termoelektrik dan Ukurannya
(sumber: Riffat, 2003)

Modell	a * a * c to mm/inch	Schenkel	I _{max} to A	U _{max} to V	Q _{cmax} to W ΔT=0	ΔT _{max} to K Q _c =0
TEC1-12704T200	40*40*4,7/ 1.575*1.575*0.185	127	4	15,2	37,7	67,0
TEC1-12705T200	40*40*4,2/ 1.575*1.575*0.165	127	5	15,2	47,1	67,0
TEC1-12706T200	40*40*3,9/ 1.575*1.575*0.154	127	6	15,2	56,5	67,0
TEC1-12708T200	40*40*3,6/ 1.575*1.575*0.142	127	8	15,2	75,4	64,0
TEC1-12710T200	40*40*3,3/ 1.575*1.575*0.13	127	10	15,2	94,2	64,0

Gambar 3.3 Datasheet Termoelektrik
(sumber: Riffat, 2003)

3.3 Perancangan hardware

Untuk memulai suatu perancangan, baik itu aplikasi, *software* dan *hardware*, saya memulai perancangan tersebut dengan merancang blok diagram. Blok diagram merupakan penyederhanaan dari rangkaian yang menyatakan hubungan berurutan dari satu atau lebih rangkaian yang memiliki kesatuan kerja tersendiri. Blok diagram tidak mempunyai bentuk atau ukuran yang khusus.



Gambar 3.4 Blok Diagram Hardware
(sumber : Rancangan Penulis)

Berikut ini adalah prinsip kerja blok diagram pada gambar diatas :

- a. Pada gambar *power supply* akan berperan untuk memberikan supply tegangan ke seluruh komponen. Rangkaian *power supply* akan menurunkan tegangan yang diperoleh dari *battery* terlebih dahulu. Battery menggunakan dua buah dengan tegangan 3.7 volt yang diserikan menjadi 7.5 volt. Keseluruhan komponen pendukung dimana display LCD 16x2, pewaktu DS1307 dan komponen lainnya menggunakan tegangan 5 volt yang artinya tegangan 7.4 yang diperoleh dari 2 battery yang dihubungkan secara seri harus terlebih dahulu diturunkan ke 5 volt.
- b. Sensor LM35 digunakan sebagai pengukur suhu makanan yang akan dimasukkan ke dalam box untuk menentukan peltier mana yang akan dinyalakan. Jika sensor mendeteksi adanya panas dari makanan, maka mikrokontroler akan memicu *relay* yang terhubung pada peltier untuk pemanas. Begitu sebaliknya jika sensor mendeteksi adanya dingin dari makanan, maka mikrokontroler akan memicu *relay* yang terhubung pada peltier untuk pendingin.
- c. *Display* difungsikan sebagai penunjuk waktu dan suhu yang terukur pada box makanan.

3.3.1 Perancangan Rangkaian Elektronik (PCB)

Rangkaian elektronik terdiri dari beberapa komponen elektronik dan PCB (*Printed Circuit Board*). Untuk membuat rangkaian elektronik, diperlukan PCB

dengan jalur-jalur tembaga yang menghubungkan kaki-kaki komponen elektronik pada rangkaian.

a. Teknik pembuatan PCB dengan komputer

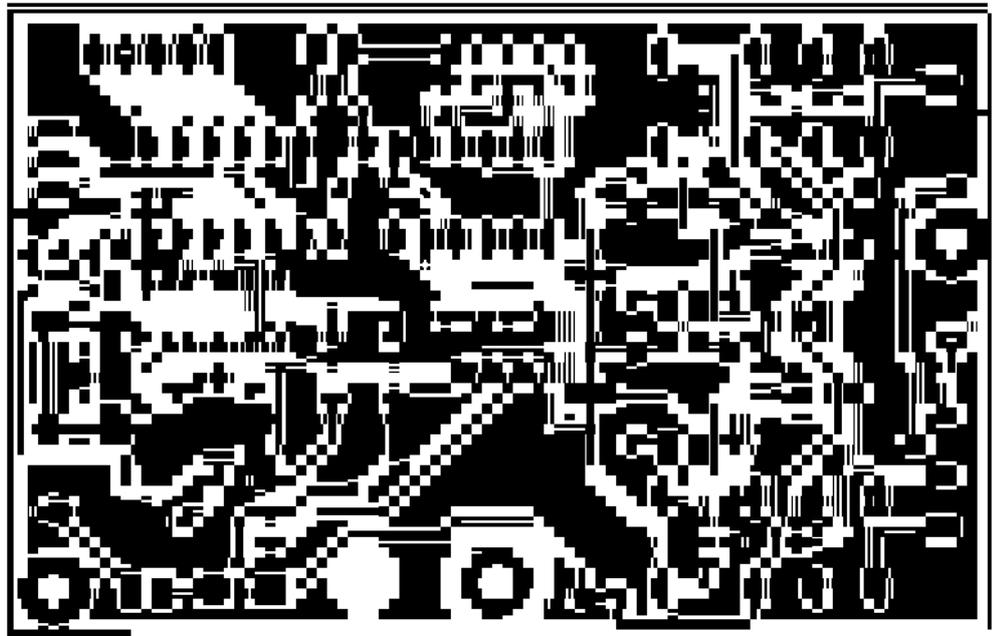
Secara keseluruhan, proses pembuatan PCB dengan bantuan komputer sama dengan cara manual. Perbedaannya terletak pada cara mengubah skema rangkaian menjadi tata letak dan tata jalur. Proses pembuatan tata letak dan tata jalur dapat menggunakan beberapa aplikasi bantuan, antara lain sebagai berikut.

- 1) Express PCB (<http://www.expresspcb.com>).
- 2) Free PCB (<http://www.freepcb.com>).
- 3) Eagle (<http://cadsoft.de>).
- 4) Diptrace (<http://www.diptrace.com>).

Aplikasi yang saya pilih untuk membuat rangkaian adalah *EAGLE*. Penggambaran dimulai dengan pembuatan skematik rangkaian agar lebih mudah dalam pembuatan *circuit*. Beberapa aplikasi memiliki fungsi *AutoTrace*. Dengan fungsi ini, komputer akan membuat jalur-jalur rangkaian secara otomatis sesuai dengan skema rangkaian. *EAGLE Light Edition* merupakan aplikasi versi gratis dari *Cadsoft*.



Gambar 3.5 CadSoft Eagle Light Edition
(Sumber : [Https://:www.cadsoft.de](https://www.cadsoft.de))

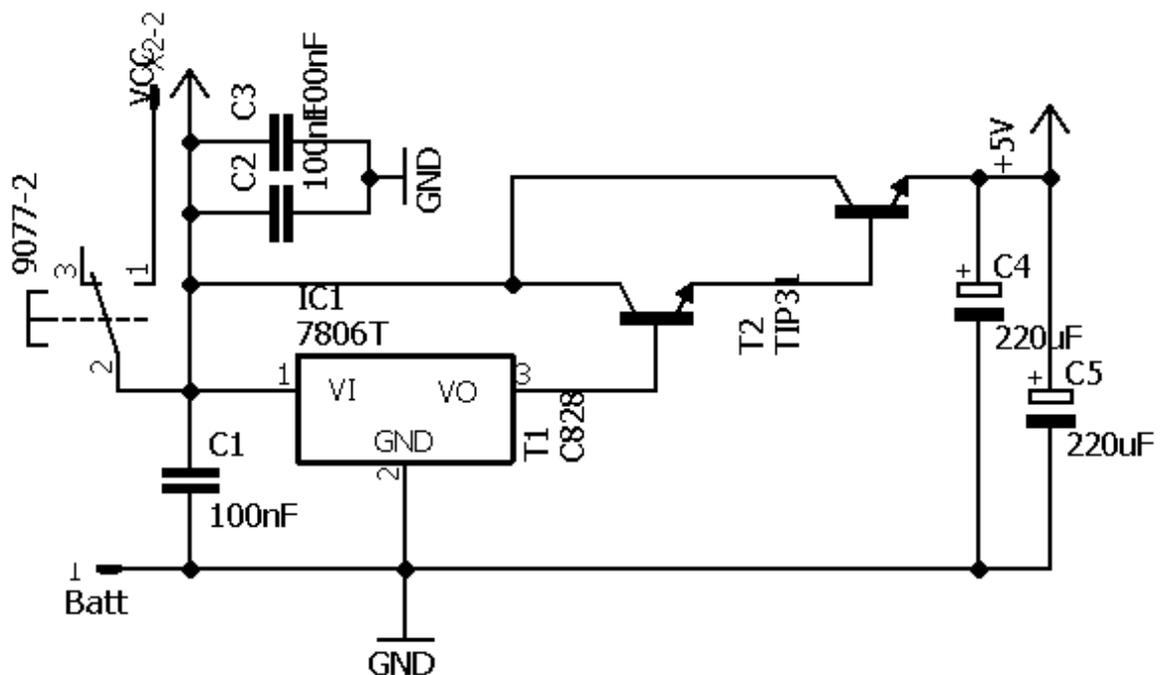


Gambar 3.6 Tampilan atas PCB desain Eagle
(sumber : Rancangan Penulis)

Gambar PCB diatas dirancang sebagaimana layaknya sebuah papan arduino uno secara umum. Untuk mengurangi pangkabelan yang dapat mengurangi kinerja kerja dari sistem, maka dirancang sebuah PCB dimana keseluruhan komponen telah tersedia dalam 1 papan PCB. Cara ini dianggap lebih

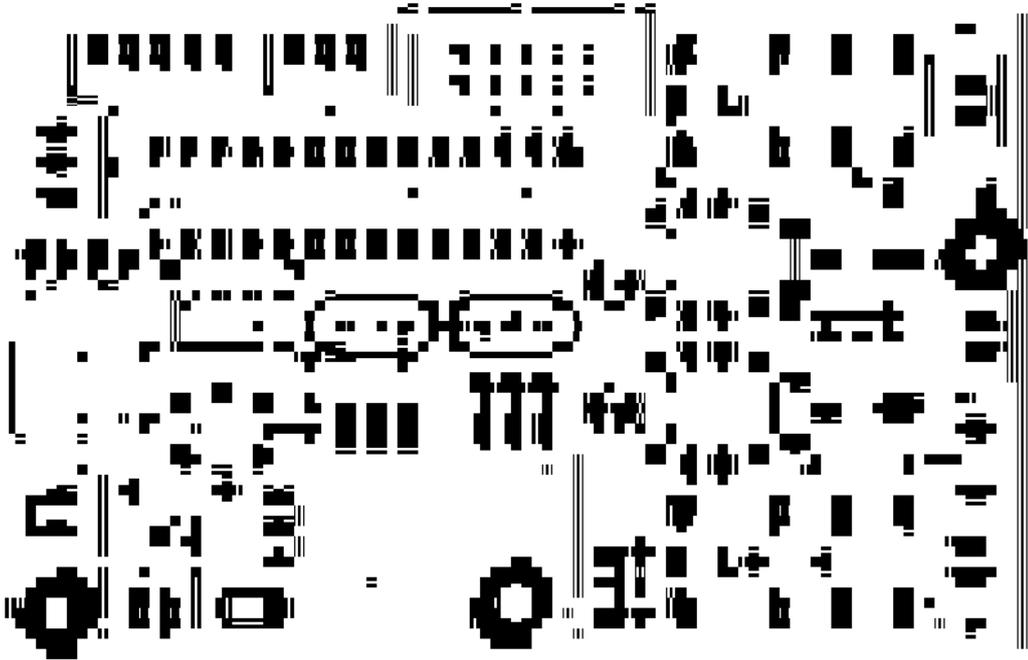
memudahkan dan dapat mengurangi *error* dikarenakan pengkabelan yang terlalu banyak akan mengurangi kinerja kerja dari sebuah sistem.

Didalam PCB telah tersedia USB to Serial TTL yang biasanya juga terdapat pada papan arduino secara umum. Pada rangkaian juga tersedia rangkaian *Power Supply High Current* yang dianggap dapat mengeluarkan daya yang cukup besar untuk dapat menyalakan keseluruhan dari komponen pendukung. Dimana kebutuhan daya yang diberikan ke mikrokontroler tidak boleh terganggu karena akan menghambat kinerja kerja mikrokontroler sendiri. Untuk itu dibangun kembali rangkaian *power supply High Current* menggunakan 2 buah transistor bertipe *darlington* yaitu transistor TIP31 dan transistor C828 sebagai penguat daya. Untuk skematiknya dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 3.7 Skematik Rangkaian Power Supply High Current
(sumber : Rancangan Penulis)

Tata letak komponen dari PCB diatas dapat dilihat pada gambar dibawah :

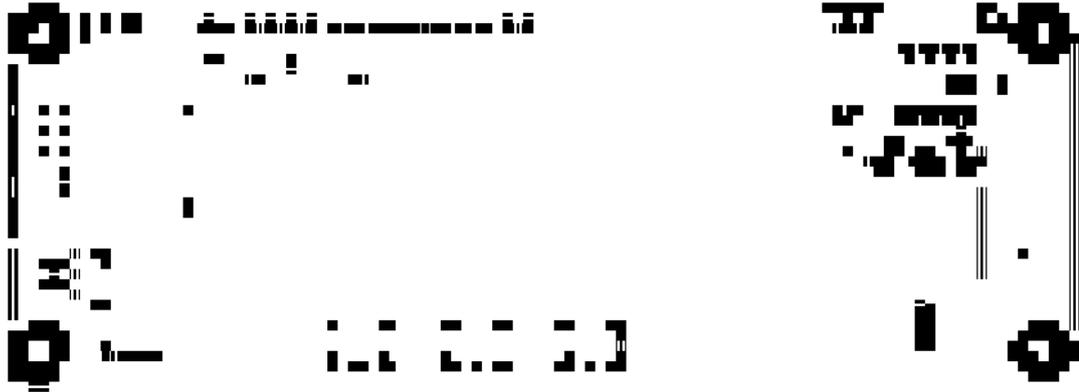


Gambar 3.8 Desain PCB Pandangan Bawah
(sumber : Rancangan Penulis)

Selanjutnya adalah perancangan PCB untuk meletakkan *Display LCD* 16x2. PCB *display* akan disatukan dengan rangkaian pewaktu DS1307. Untuk desain PCB dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 3.9 Desain PCB Display dan DS1307 Pandangan Bawah
(sumber : Rancangan Penulis)



Gambar 3.10 Desain PCB Display Pandangan Atas
(sumber : Rancangan Penulis)

3.3.2 Teknik Pencetakan PCB (*Printed Circuit Board*)

Setelah menggambar semua *Desaign Board* atau PCB menggunakan *Eagle*, selanjutnya adalah mencetak gambar-gambar tersebut ke papan PCB. Cara untuk mencetak gambar-gambar tersebut ke papan PCB saya memilih dengan cara *Sablon* karena akan lebih rapi dan menarik serta tidak membutuhkan waktu yang lama. Adapun cara untuk mencetak hasil gambar ke papan PCB bermacam-macam cara, salah satunya juga yang saya ketahui adalah dengan cara merekatkan hasil *fotocopy* gambar tersebut dengan menggunakan kertas foto atau kertas duplex dengan cara menyetriknya ke papan PCB. Tetapi cara ini cukup rumit dan benar-benar membutuhkan kesabaran. Tehnik sablon cukup mudah dan tidak rumit. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut.

1. Bersihkan screen dari debu karena debu dapat mempengaruhi hasil dari cetakan
2. Campur Milano 133 dengan cairan filmnya
3. Tuangkan hasil pencampuran Milano 133 tadi ke screen. Sewaktu menuangkan hasil pencampuran Milano 133 harus dalam ruangan

yang gelap karena sinar matahari atau sinar lampu dapat mematikan Milano 133 yang dapat berakibat hasil cetakan tidak tercetak ke screen dan Milano 133 tadi akan mengeras di screen

4. Setelah hasil pencampuran dituangkan, ratakan di atas screen dan bagian sebaliknya, usahakan benar-benar rata dan tipis
5. Kemudian hasil cetakan dengan Eagle yang telah di print di kertas cetak 70 gr diolesi dengan minyak goreng agar kertas seperti terlihat tembus pandang, letakkan diatas kaca yang dibawah kaca tersebut di beri lampu
6. Letakkan screen diatas cetakan yang telah di beri minyak goreng dan diletakkan di atas kaca
7. Hidupkan lampu yang berada di bawah kaca dan biarkan selama \pm 8 sampai 9 menit
8. Setelah itu screen disiram dengan air sampai hasil cetakan tadi tercetak di screen dengan rapi
9. Kemudian penyablonan ke PCB dapat dilakukan

3.3.3 Merakit Rangkaian Elektronik *SmartFood Box*

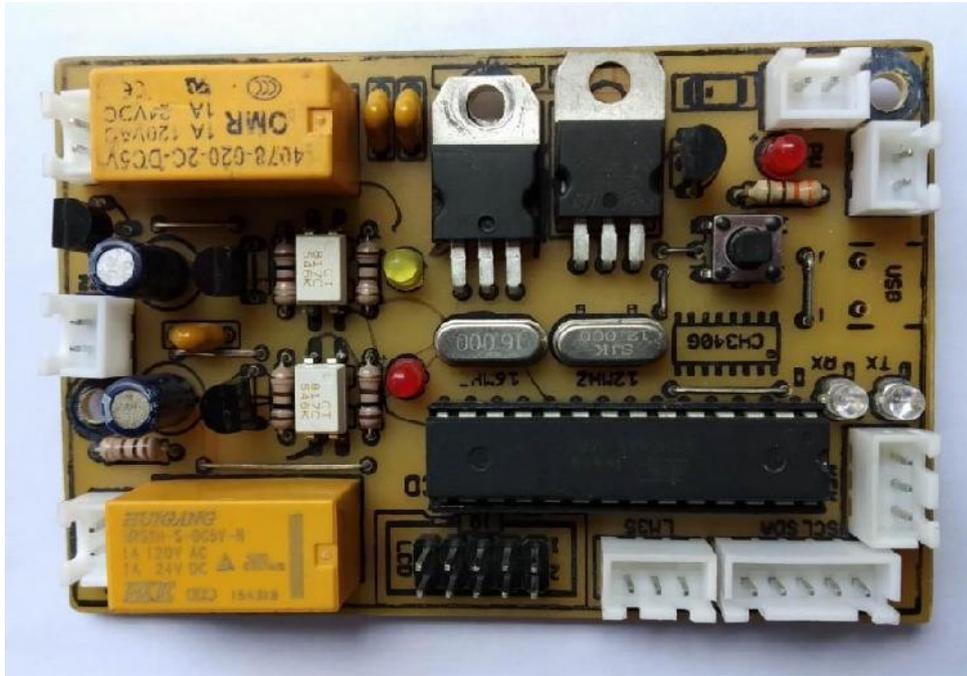
Setelah proses pembuatan PCB selesai, rakit komponen-komponen elektronik pada rangkaian. Peralatan yang dibutuhkan untuk merakit rangkaian elektronik *SmartFood Box* adalah sebagai berikut.

1. Solder
2. Timah
3. Penyedot timah

4. Spicer
5. Tang potong
6. Kabel penghubung
7. Komponen-komponen elektronik

Adapun komponen-komponen yang dibutuhkan adalah :

- a. Mikrokontroler ATmega328P
- b. IC CH340G 1 buah
- c. Crystal 16 Mhz 1 buah dan crystal 12 Mhz 1 buah
- d. IC7806 1 buah
- e. Transistor TIP31 dan transistor C828
- f. Kapasitor keramik 100nF 7 buah. 3 buah kapasitor keramik tantalum dan 4 buah kapasitor keramik SMD.
- g. Elektrolit kapasitor atau elko 220uF/16 volt 2 buah.
- h. Pin header male dan female secukupnya.
- i. Saklar on/off.
- j. Led 1 buah dengan resistor 510 ohm SMD.



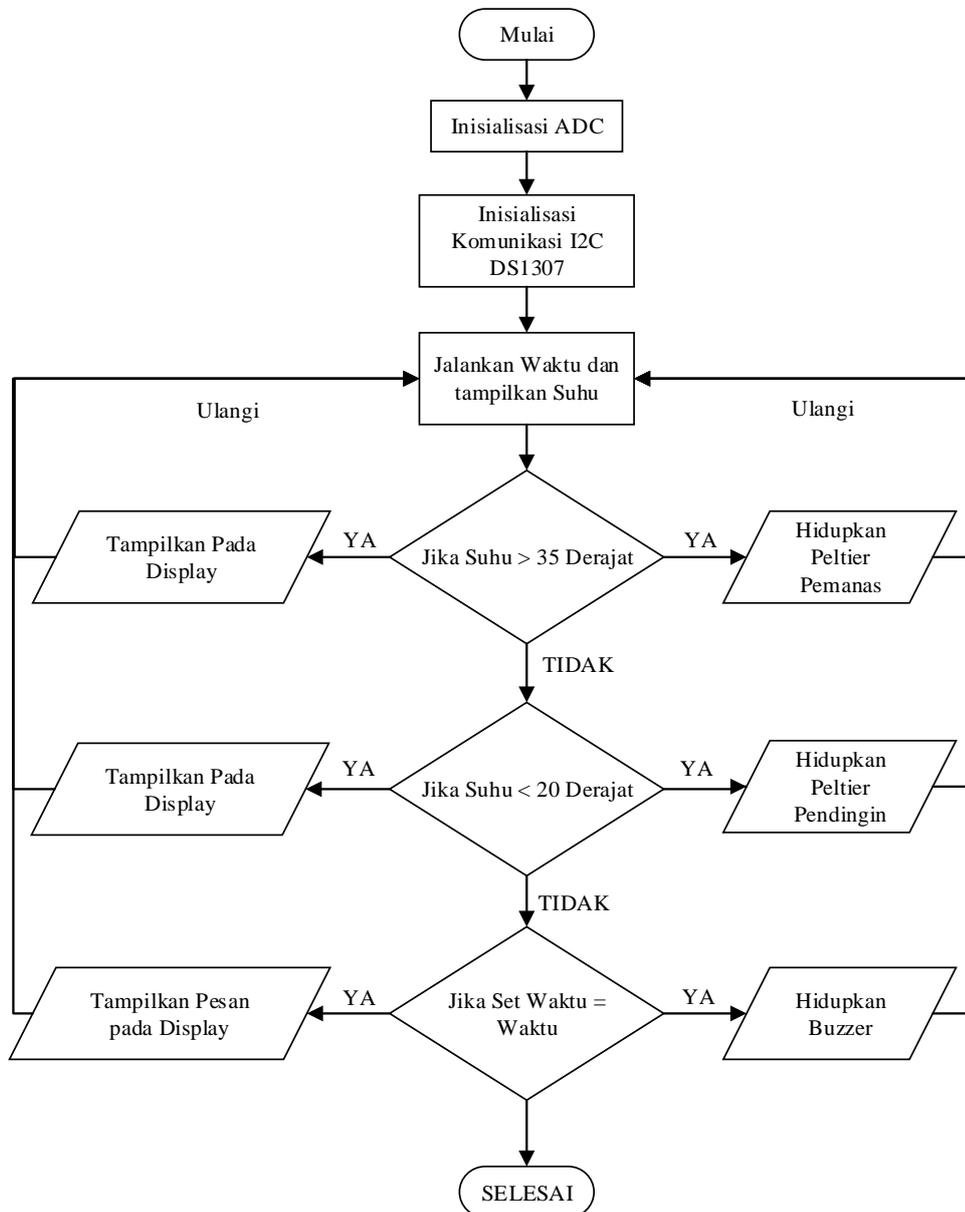
Gambar 3.11 Hasil PCB MCU yang telah dipasangi komponen
(sumber : Rancangan Penulis)



Gambar 3.12 PCB Display yang telah selesai
(sumber : Rancangan Penulis)

3.4 Perancangan Software

3.4.1 Flowchart Program



Gambar 3.13 Flowchart Program
(sumber : Rancangan Penulis)

Flowchart program adalah sekumpulan gambar-gambar tertentu untuk menyatakan alur dari suatu program yang akan diterjemahkan ke salah satu

bahasa pemrograman. Kegunaan *flowchart* sama seperti halnya algoritma yaitu untuk menuliskan alur program tetapi dalam bentuk gambar atau simbol.

Pada gambar diatas terlihat proses program. Untuk lebih jelasnya proses program tersebut akan saya jabarkan di bawah :

- a. Setelah aplikasi diberi tegangan, mikrokontroler akan memulai program yang akan dieksekusi dari alamat 0000H. Pada pemrograman, yang pertama kali untuk memulai adalah inisialisasi *type* mikrokontroler dan dilanjutkan dengan inisialisasi variable-variabel, kemudian prosedur dan function.
- b. *Procedure* dan *function* dibuat untuk menentukan perintah-perintah atau *event-event* yang akan dilaksanakan. Kita harus menentukan arah kerja dari program sebelum kita mengeksekusi program yang akan dilaksanakan pada void main.
- c. Inisialisasi ADC berguna untuk pembacaan data yang didapat dari sensor karena data yang didapat dari sensor berbentuk data analog. Mikrokontroler secara *default* akan mengatur pembacaan data analog dengan resolusi 10 bit jika pembacaan data analog diaktifkan.
- d. Inisialisasi komunikasi I2C berguna untuk komunikasi antara mikrokontroler dan pewaktu DS1307. DS1307 adalah sebuah *chip* RTC (*Realtime Counter*) yang dapat memberikan data waktu secara tepat ke mikrokontroler. Secara *default* RTC DS1307 akan memberikan data dalam komunikasi yang disebut I2C. Untuk itu

mikrokontroler harus menyesuaikan agar dapat menerima data dari RTC DS1307.

- e. Tahapan selanjutnya adalah menentukan inti kerja dari sistem yang akan dirancang. Agar dapat mengetahui makanan apa yang akan diletakkan pada box makanan, apakah makanan dingin atau panas, sistem harus terlebih dahulu membaca keadaan pada suhu makanan tersebut atau dapat menyesuaikan secara manual. Tetapi direkomendasikan memasukkan makanan yang memiliki karakteristik suhu (bukan suhu ruangan) agar sistem yang dirancang dapat menyesuaikan. Apakah harus menyalakan pemanas atau pendingin yang tujuannya adalah menahan suhu makanan tersebut lebih lama.
- f. Setelah semua program dijalankan dari awal hingga akhir, program tersebut akan berulang kembali dan proses perulangan akan dijalankan terus-menerus.

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

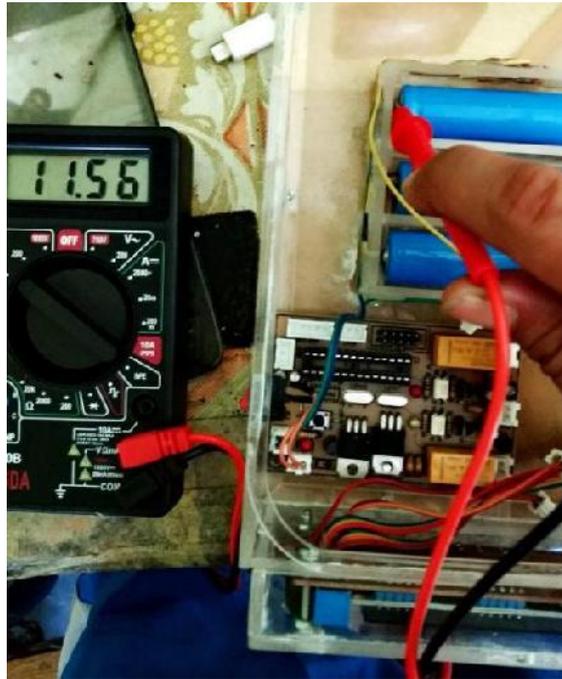
4.1 Pengujian Hardware

Setelah perencanaan dan pembuatan aplikasi, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap *hardware* dan *software* yang telah dibuat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah *hardware* dan *software* yang telah dibuat dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Pengujian dan analisa yang dilakukan meliputi pengujian bekerjanya *hardware* dan *software* yang digunakan untuk aplikasi *SmartFood Box* yang akan dirancang.

Adapun tujuan pengujian *hardware* adalah untuk mengetahui bahwa perangkat yang berhubungan dengan mikrokontroler telah dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Dalam pengujian ini diperlukan multimeter untuk mengukur tegangan yang diperlukan dan mengukur data yang telah diisi di mikrokontroler.

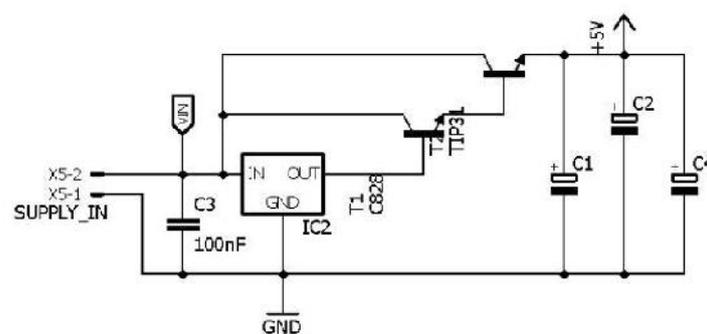
4.1.1 Pengujian Power Supply

Pengujian awal adalah mengukur tegangan pada *power supply* nya dilakukan dengan menghubungkan tegangan pada bagian rangkaian penurun tegangan. Sumber tegangan yang digunakan pada aplikasi ini menggunakan 3 buah *battery* 18650 yang mempunyai tegangan 3.7 volt untuk setiap *battery*. 3 buah *battery* dihubung seri untuk mendapatkan tegangan sebesar 3.7 volt dikali 3, maka akan didapatkan tegangan sebesar 11.1 volt DC.

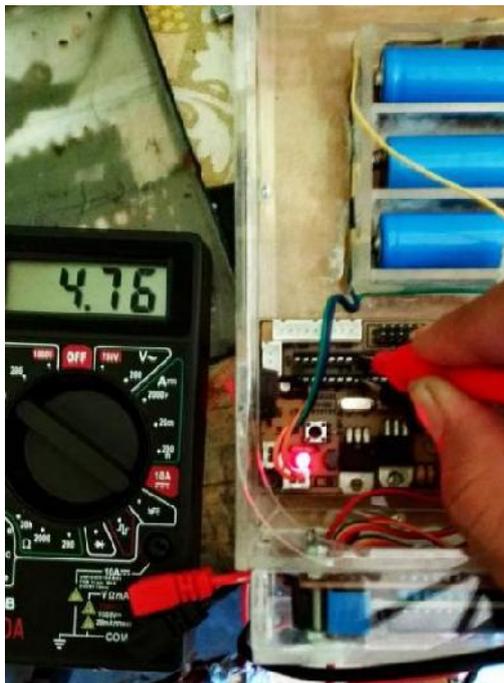


Gambar 4.1 Hasil Pengukuran Battery 18650 x 3
(sumber : Rancangan Penulis)

Untuk men-*supply* tegangan ke mikrokontroler, tegangan 11.1 tersebut harus diturunkan dahulu dikarenakan mikrokontroler menggunakan tegangan 5 volt DC. Untuk itu dibuat kembali rangkaian yang dapat menurunkan tegangan 11.1 volt DC ke tegangan 5 volt DC. Untuk gambar skematiknya dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 4.2 Skematik *Power Supply*
(sumber : Rancangan Penulis)



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Tegangan 5 Volt DC yang sudah diturunkan
(sumber : Rancangan Penulis)

Didalam pengukuran, tegangan 5 volt yang dirancang tidak sepenuhnya terukur dalam keadaan 5 volt yang utuh. Ini dikarenakan rangkaian *power supply* yang dirancang menggunakan rangkaian *power supply high current* yang bersifat menguatkan arus. Jika dianalisa, gambar rangkaian diatas menggunakan IC *voltage regulator 7806* dan tidak menggunakan IC *voltage regulator 7805*. Dikarenakan 2 transistor yang digunakan berjenis bipolar dan terbentuk oleh dioda dimana sifat dioda yang mengurangi tegangan sebesar 0.6 volt pada bias maju. Rangkaian *power supply high current* diatas menggunakan 2 buah transistor yang berfungsi untuk mengembalikan arus dasar. Arus yang dapat diberikan oleh IC 7806 berkisar Antara 600 hingga 800 mA menurut *datasheet*. Jika langsung menggunakan tegangan yang bersumber dari IC *voltage regulator*, IC *voltage regulator* akan mendapatkan beban yang cukup

besar yang mengakibatkan IC menjadi sangat panas. Dikhawatirkan IC tidak akan bertahan lama untuk memberikan tegangan keseluruhan rangkaian. Untuk itu digunakan transistor yang akan menggantikan IC dalam mensupply tegangan keseluruhan rangkaian.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Tegangan Sumber

NO	Pengukuran	Tegangan
1.	Output Battery Sumber	11.56 Volt
2.	Output Rangkaian Power Supply	4.76 Volt

(sumber : Rancangan Penulis)

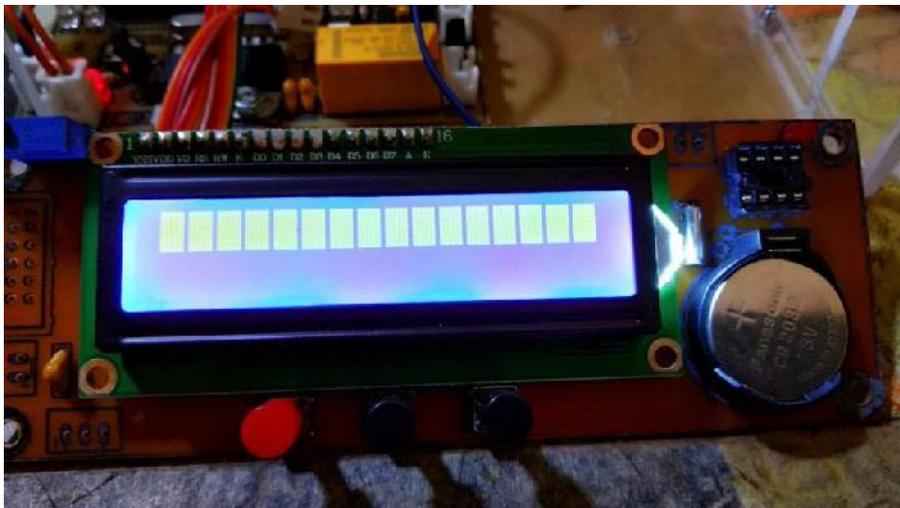
4.1.2 Pengujian Rangkaian

Pengujian kedua adalah pengujian rangkaian. Pengujian ini dilakukan untuk mengecek apakah tegangan telah terhubung dengan baik pada setiap komponen yang terhubung pada pin Vcc-nya. Pengujian ini sangat penting dilakukan agar rangkaian dapat berjalan dengan dilakukan adalah pengujian tegangan yang terhubung pada LCD, pin 2 pada LCD harus terhubung ke Vcc 5 Volt, dan pin 1 harus terhubung ke *Ground* (GND). Jika ternyata salah satunya tidak terhubung, cek lagi rangkaian karena mungkin ada jalur yang tidak terhubung. Jika pin 1 dan pin 2 LCD terhubung baik dengan VCC dan *Ground*, kemudian cek lagi pin 15 dan 16 pada LCD. Pin 15 dan pin 16 digunakan untuk lampu *backlight* LCD. Jika tegangan telah terpasang pada pin 2 dan pin 1 dan pada pin 15 dan 16 maka LCD akan menyala seperti pada gambar di bawah :



Gambar 4.3 Pengujian Tegangan pada pin VCC dan *Backlight* LCD
(sumber : Rancangan Penulis)

Setelah mengecek apakah tegangan yang masuk ke LCD sesuai dengan apa yang diharapkan, LCD akan menyala dan memberikan tampilan seperti gambar di bawah :



Gambar 4.4 Tampilan LCD saat Dinyalakan Tanpa Program
(sumber : Rancangan Penulis)

Jika tampilan LCD menunjukkan gambar seperti diatas, LCD telah siap di uji coba menggunakan mikrokontroler yang telah diprogram. Jika tampilan hanya menampilkan *backlight* LCD, tidak terdapat tampilan bar seperti pada

gambar, potensiometer untuk pengaturan *contrast* dapat disetting hingga menampilkan tampilan seperti pada gambar. Jika telah sesuai, pengujian dilanjutkan pada mikrokontroler.

4.1.3 Pengujian pada Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler yang dirancang untuk mudah digunakan. Fitur yang sangat membantu untuk memudahkan dalam penggunaan arduino uno adalah telah disediakan *firmware* kecil yang disebut *bootloader* yang telah di *flash* atau diisi didalam mikrokontroler ATmega 328P yang umum digunakan pada papan arduino uno. *Firmware* kecil ini memudahkan dalam pengisian program ke dalam mikrokontroler hanya dengan menghubungkan papan arduino uno ke slot USB pada komputer dan selanjutnya meng-*install driver* yang juga telah disertakan didalam arduino IDE.

Tetapi untuk memastikan apakah papan arduino uno yang akan digunakan dalam kondisi baik, tidak ada salahnya untuk melakukan pengetesan awal seperti memasukkan program *blink.ino* yang terdapat pada *example* arduino IDE. Jika *flash* berhasil dan LED yang terdapat pada pin 13 arduino uno menyala blink, artinya papan arduino yang digunakan dalam kondisi baik dan dapat dilanjutkan ke dalam tahap uji coba komponen satu-persatu.

4.1.4 Pengujian LCD dan Mikrokontroler Arduino Uno

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah LCD yang akan digunakan sebagai tampilan dalam kondisi yang baik. Untuk melakukan pengujian kepada LCD, arduino IDE juga telah disertai program *example* untuk uji coba atau untuk program dasar menggunakan LCD. Program *example* yang

digunakan untuk uji coba LCD adalah program “Hello World”. Pin yang digunakan untuk terhubung ke mikrokontroler dapat dilihat pada table dibawah:

Tabel 4.2 Pin LCD yang terhubung ke Mikrokontroler

Pin LCD	Pin Mikrokontroler
RS	Pin 13 (PORTB.5)
RW	Ground
E	Pin 12 (PORTB.4)
D4	Pin 11 (PORTB.3)
D5	Pin 10 (PORTB.2)
D6	Pin 9 (PORTB.1)
D7	Pin 8 (PORTB.0)
A	+5V
K	Ground

(sumber : Rancangan Penulis)

Programnya dapat dilihat pada contoh dibawah :

```
// include the library code:
#include <LiquidCrystal.h>

// initialize the library by associating any needed LCD interface pin
// with the arduino pin number it is connected to
const int rs = 13, en = 12, d4 = 11, d5 = 10, d6 = 9, d7 = 8;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

void setup() {
  // set up the LCD's number of columns and rows:
  lcd.begin(16, 2);
  // Print a message to the LCD.
  lcd.print("hello, world!");
}

void loop() {
  // set the cursor to column 0, line 1
  // (note: line 1 is the second row, since counting begins with 0):
  lcd.setCursor(0, 1);
  // print the number of seconds since reset:
  lcd.print(millis() / 1000);
}
```

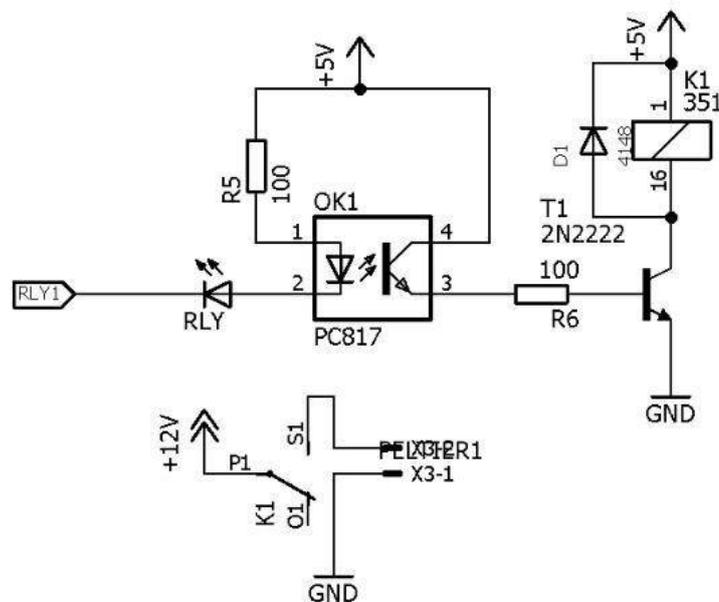
Program diatas akan menampilkan karakter atau tulisan “Hello World” pada LCD dan akan meng*counter* angka. Tampilannya dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 4.5 Tampilan LCD Setelah diberikan Program
(sumber : Rancangan Penulis)

4.1.5 Pengujian Rangkaian Relay

Pada aplikasi *SmartFood Box* yang akan dirancang, pemanas dan pendingin yang digunakan adalah *peltier* TEC1-12706 yang dapat bekerja pada tegangan 7 – 24 Volt. Untuk men-*switch peltier* pada posisi menyala dan tidak menyala digunakan relai sebagai saklar elektrik yang dapat bekerja pada tegangan dan arus yang tinggi. Rangkaian yang digunakan untuk dapat mengontrol relay dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 4.6 Skematik Rangkaian Relay
(sumber : Rancangan Penulis)

Pada rangkaian diatas menggunakan *optocoupler* PC817 yang dapat digunakan untuk meminimalisir arus balik dari relay ke mikrokontroler yang dapat mengganggu kinerja kerja mikrokontroler. Selanjutnya *output* dari *optocoupler* diumpankan pada basis transistor untuk perubahan tegangan yang

lebih besar dikarenakan *supply* ke relay juga membutuhkan tegangan yang besar.

Untuk dapat menguji rangkaian diatas, dapat juga digunakan program blink yang outputnya disesuaikan dengan pin yang terhubung untuk mengontrol relay. Pin mikrokontroler yang digunakan untuk mengontrol relay dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 4.3 Keterangan Pin Relay yang terhubung ke Mikrokontroler

Relay	Pin Mikrokontroler
Relay 1	5 (PORTD.5)
Relay 2	6 (PORTD.6)

(sumber : Rancangan Penulis)

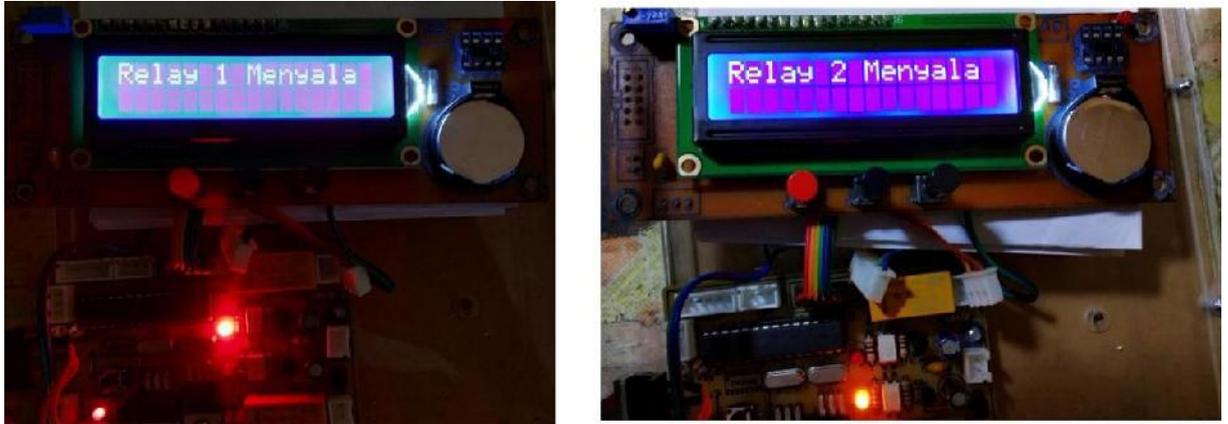
Program dasar untuk mengontrol relay :

```
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(13, 12, 11, 10, 9, 8);
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(5, HIGH);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Relay 1 Menyala");
  delay(1000);
  digitalWrite(6, HIGH);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Relay 2 Menyala");
  delay(1000);
  digitalWrite(5, LOW);
  digitalWrite(6, LOW);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Ke 2 Relay Padam");
  delay(1000);
  lcd.clear();
  delay(1000);
}
```

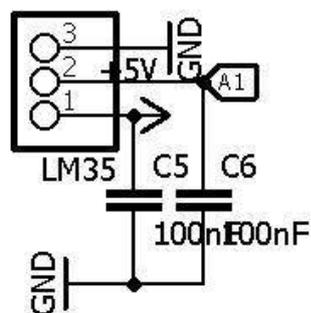
Hasil dari pengujian rangkaian relay dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 4.7 Hasil Pengujian Rangkaian Relay Menggunakan Mikrokontroler
(sumber : Rancangan Penulis)

4.1.6 Pengujian Sensor LM35

Selanjutnya adalah pengujian sensor LM35. Sensor LM35 merupakan sensor suhu yang sering digunakan pada berbagai aplikasi. Penggunaan sensor LM35 bertujuan untuk memberikan informasi suhu pada *box* makanan. Apakah nantinya yang dimasukkan makanan panas atau dingin, sensor suhu memiliki peranan untuk mengukur suhu makanan yang dimasukkan agar dapat mengaktifkan *peltier* pemanas atau pendingin. Adapun rangkaian dasar dan pemrograman dapat dilihat pada bagian bawah :



Gambar 4.8 Rangkaian Dasar LM35
(sumber : Rancangan Penulis)

Program dasar sensor LM35 dapat dilihat pada bagian bawah :

```
#include <LiquidCrystal.h>
const int LM35 = A0;

int RawValue = 0;
double Voltage = 0;
double TempC = 0;
double TempF = 0;

LiquidCrystal lcd(13, 12, 11, 10, 9, 8);

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  RawValue = analogRead(LM35);
  Voltage = (RawValue / 1023.0) * 5000;
  TempC = Voltage * 0.1;
  TempF = (TempC * 1.8) + 32;
  Serial.print("RawValue = ");
  Serial.println(RawValue);
  Serial.print("\t milli volts = ");
  Serial.println(Voltage, 0);
  Serial.print("\t Temperature in C = ");
  lcd.setCursor(1, 0);
  lcd.print("Suhu C: ");
  Serial.println(TempC, 1);
  //lcd.setCursor(9, 1);
  lcd.print(TempC, 1);
  lcd.print((char)223);
  lcd.print("C");
  lcd.setCursor(1, 1);
  lcd.print("Suhu F: ");
  Serial.print("\t Temperature in F = ");
  lcd.print(TempF, 1);
  Serial.print(TempF, 1);
  lcd.print((char)223);
  lcd.print("F");
  delay(500);
}
```

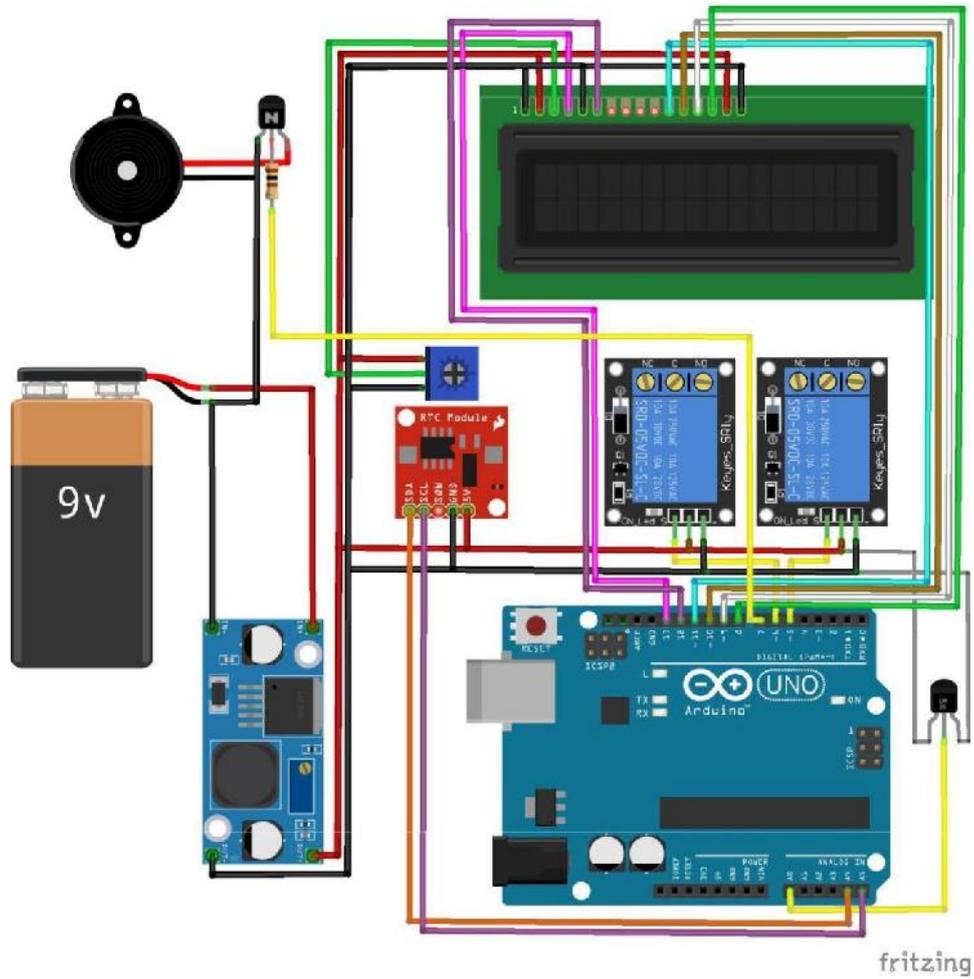


Gambar 4.9 Hasil Pengujian Sensor Suhu LM35
(sumber : Rancangan Penulis)

4.2 Pengujian Secara Keseluruhan

Setelah semua pengujian dilakukan secara terpisah antara tiap komponen yang digunakan untuk alat *SmartFood Box* dan tidak didapatkan kesalahan, maka pengujian dilanjutkan untuk keseluruhan rangkaian. Pengujian rangkaian keseluruhan dilakukan untuk memastikan apakah alat yang digunakan dan program yang telah dibuat dapat menjalankan fungsinya masing- masing sesuai dengan apa yang diharapkan.

Untuk keseluruhan rangkaian dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 4.11 Gambar Skematik Keseluruhan
(sumber : Rancangan Penulis)



Gambar 4.12 Hasil Keseluruhan
(sumber : Rancangan Penulis)

Untuk peltier pendingin dapat dihasilkan secara sempurna bila pembuangan panas dari sisi peltier yang sebaliknya dapat dibuang dengan baik menggunakan *heatsink*. Untuk peltier pemanas tidak diberikan *heatsink* dikarenakan suhu yang akan dimanfaatkan adalah panas. Pengujian jam dan alarm juga dilakukan dan didapatkan hasil yang cukup memuaskan.

Setelah dilakukan uji keseluruhan dan percobaan selama kurang lebih 2 jam pada makanan dan minuman, didapatkan hasil yang baik serta tidak merubah rasa makanan dan minuman yang di uji. Hasil uji coba dapat dilihat dilampiran.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dengan selesainya perancangan *SmartFood Box* ini dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya :

1. Arduino Uno Board yang memiliki IC mikrokontroler ATmega 328P adalah IC mikrokontroler yang sangat handal dalam menjalankan program yang dijalankan untuk mengerjakan berbagai tugas dalam 1 waktu dimana didalam perancangan *SmartFood Box*, menjalankan fungsi waktu, mengukur suhu, dan menyimpan setingan waktu alarm dilakukan dalam 1 siklus pemrograman.
2. Peltier yang digunakan untuk mendinginkan dan memanaskan makanan dapat melakukan fungsinya dengan baik.
3. Sensor suhu LM35 yang digunakan dapat melakukan fungsinya sebagai pengukur suhu dengan rentang derajat -55° C sampai dengan $+150^{\circ}$ C yang cukup baik digunakan dalam perancangan *SmartFood Box* yang dirancang.
4. IC DS1307 yang digunakan untuk mendapatkan waktu yang akurat yang digunakan sebagai penampil waktu dan notifikasi berupa alarm cukup baik untuk digunakan dalam perancangan *SmartFood Box*.

5.2 Saran

Adapun saran yang saya kemukakan terhadap aplikasi yang dibangun ini yaitu sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat dikembangkan ke dalam rancangan menggunakan *internet of things* (IoT) agar notifikasi dapat diberikan dimana pun selama pengguna menggunakan *smartphone* yang dapat memberikan informasi yang lebih baik.
2. Untuk penggunaan *peltier* sebagai pendingin, diharapkan dapat membuang panas yang dihasilkan *peltier* dengan lebih baik agar suhu dingin yang dihasilkan dapat lebih sempurna.
3. Pada penelitian selanjutnya, diharapkan pemanas dan pendingin dapat bekerja bersamaan. Untuk itu diperlukan wadah yang terpisah agar suhu panas dan suhu dingin yang dihasilkan *peltier* tidak bercampur yang mengakibatkan pendingin dan pemanas tidak dapat bekerja secara maksimal.
4. Aplikasi ini hendaknya dilakukan perawatan secara optimal untuk memperlancar kinerja dari aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, H.A., Mainil, R.I., Aziz, A., *Alat Pendingin dan Pemanas Portable Menggunakan Modul Termoelektrik Tegangan Input 6 Volt dengan Tambahan Heat Pipe Sebagai Media Pemindah Panas*. Jom FTEKNIK Volume 4 No. 2 Oktober 2017
- Bintang, V.C., Angka, P.R., Gunadhi, A., Lestariningsih, D., Sitepu, R., Tobing, AFL. 2017. *Sistem Pengendalian Aliran Listrik Dalam Ruangan Melalui Jaringan Intranet Dalam Rangka Penghematan Energi*. Jurnal Ilmiah Widya Teknik. ISSN 1412-7350
- Bansal, PK., Martin A.2000. *Comparative Study of Vapour Compression, Thermoelectric and Absorption Refrigerator-RS*. International Journal of Energy Research, 2000, 24(2), 93-107.
- Mirmanto, M., Syahrul, S., Wirdan Y.2018. *Experimental Performances of a Thermoelectric Cooler box with Thermoelectric Position Variations*. Engineering Science and Technology, an International Journal 22 (2019) 177-184.
- Mayasari, Nova. "Comparison of Support Vector Machine and Decision Tree in Predicting On-Time Graduation (Case Study: Universitas Pembangunan Panca Budi)." Int. J. Recent Trends Eng. Res 2.12 (2016): 140-151.
- Muttaqin, Muhammad. "Analisa pemanfaatan sistem informasi e-office pada universitas pembangunan panca budi medan dengan menggunakan metode utaut." Jurnal Teknik dan Informatika 5.1 (2018): 40-43.
- Perwitasari, I. D. (2018). Teknik Marker Based Tracking Augmented Reality untuk Visualisasi Anatomi Organ Tubuh Manusia Berbasis Android. INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science, 1(1), 8-18.
- Puspita, Khairani, and Purwa Hasan Putra. "Penerapan Metode Simple Additive Weighting (SAW) Dalam Menentukan Pendirian Lokasi Gramedia Di Sumatera Utara." Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Multimedia, ISSN. 2015.
- Putera, A., Siahaan, U., & Rahim, R. (2016). Dynamic key matrix of hill cipher using genetic algorithm. Int. J. Secur. Its Appl, 10(8), 173-180.
- Putra, Randi Rian, and Cendra Wadisman. "Implementasi Data Mining Pemilihan Pelanggan Potensial Menggunakan Algoritma K Means." INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science 1.1 (2018): 72-77.

- Putri, R. E., & Siahaan, A. (2017). Examination of document similarity using Rabin-Karp algorithm. *International Journal of Recent Trends in Engineering & Research*, 3(8), 196-201.
- Palka, H.S., Yusfi M.2016. *Sistem Kontrol Temperatur Air pada Proses Pemanasan dan Pendinginan dengan Pompa Sebagai Pengoptimalan*. *Jurnal Fisika Unand* Vol. 5, No. 3, Juli 2016.
- Purwiyanti, S., Setyawan, FX, A., Selviana, W., Purnamasari, D. 2017. *Aplikasi Efek Peltier Sebagai Kotak Penghangat dan Pendingin Berbasis Mikroprosesor Arduino Uno*. *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*. Volume 11, No. 3, September 2017.
- Riffat,SB., Ma Xiaoli.2003. *Thermoelectrics : a review of present and potential applications*. *Applied Thermal Engineering*. 2003, 23(8), 913-935.
- Rahim, R., Supiyandi, S., Siahaan, A. P. U., Listyorini, T., Utomo, A. P., Triyanto, W. A., ... & Khairunnisa, K. (2018, June). TOPSIS Method Application for Decision Support System in Internal Control for Selecting Best Employees. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1028, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.
- Rizal, Chairul. "Pengaruh Varietas dan Pupuk Petroganik Terhadap Pertumbuhan, Produksi dan Viabilitas Benih Jagung (*Zea mays* L.)." *ETD Unsyiah* (2013).
- Ruwaida, D., & Kurnia, D. (2018). Rancang Bangun File Transfer Protocol (FTP) dengan Pengamanan Open SSL pada Jaringan VPN Mikrotik di SMK Dwiwarna. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 3(1), 45-49.
- kbar, A. (2018). Pembangunan Model Electronic Government Pemerintahan Desa Menuju Smart Desa. *Jurnal Teknik dan Informatika*, 5(1), 1-5.
- Sari, R. D., Supiyandi, A. P. U., Siahaan, M. M., & Ginting, R. B. (2017). A Review of IP and MAC Address Filtering in Wireless Network Security. *Int. J. Sci. Res. Sci. Technol*, 3(6), 470-473.
- Sarif, M. I. Classification of feasibility of basic food recipients in kelurahan tanjung morawa a, tanjung morawa sub-district using naïve bayes classifier algorithm.
- Siahaan, A. P. U., Aryza, S., Nasution, M. D. T. P., Napitupulu, D., Wijaya, R. F., & Arisandi, D. (2018). Effect of matrix size in affecting noise reduction level of filtering.
- Sidik, A. P. (2018). Algoritma RSA dan Elgamal sebagai Algoritma Tambahan untuk Mengatasi Kelemahan Algoritma One Time Pad pada Skema Three Pass Protocol.

Trismayati., Dewi, N.I., Amiru, Rurut. 2017. ***Rancang Bangun Pendingin Media Kalibrasi Thermohygrometer Berbasis Peltier.*** JMI Vol. 39 No. 2 Desember 2017. p-ISSN : 0126 – 3463. e-ISSN : 2548 – 673X.

Wiriyasart, S., Naphon, P., Hommalee, C. 2018. ***Sensible Air Cool-Warm Fan with Thermoelectric Module Systems Development.*** Case Studies in Thermal Engineering. CSITE100369.

Semiconductor, ***Sensor MQ-2,*** Datasheet.

The McGraw-Hill Companies, ***Resistors.*** Topics Covered in Chapter 2. 2007.

TLT-8016 Basic Analog Circuits, ***Diodes and Diode Circuits.*** Chapter 3. 2006.

Internet : www.ele.uri.edu/courses/ele432/spring08/LEDs.pdf

Internet : web.mit.edu/viz/EM/visualizations/coursenotes/modules/guide12.pdf

Internet : veronica.staff.gunadarma.ac.id/.../files/.../BAB+2+Transformator.pdf

Internet : <https://components101.com/microcontrollers/atmega16-pinout-features-datasheet>